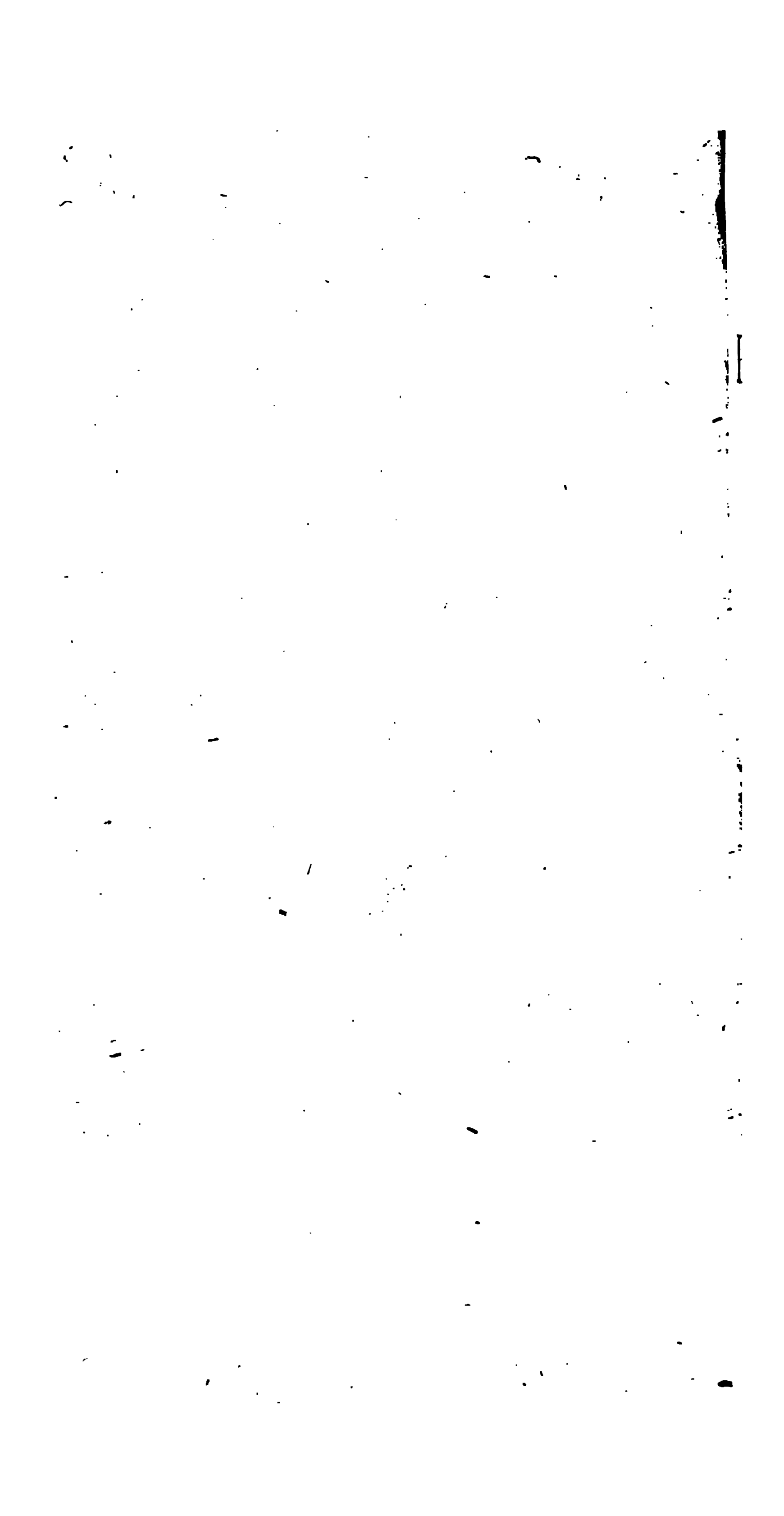




PAA

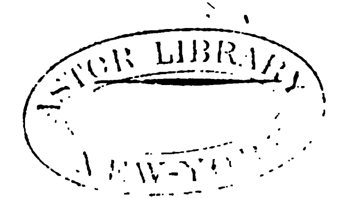
Annalen



ANNALEN

DER

PHYSIK.

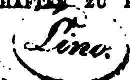


HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE, UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SOCIETÄTEN ZU HALLE, GÖTTINGEN, JENA, MAINZ U. POTSDAM, U. DER BATAV. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM.



SIEBZEHNTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

HALLE,

IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.

1804.



ANNALEN

DER

PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SOCIETÄTEN ZU HALLE, GÖTTINGEN, JENA, MAINZ U. POTSDAM, U. DER BATAV. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM.

SIEBZEHNTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1804.

INHALT.

Jahrgang 1804, Band 2,
oder
Siebzehnter Band. — Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, FÜNFTES STÜCK.

I.

Nichtigkeit der Versuche von TOURDES *und* CIRCAUD, *über die Reizbarkeit des Faserstoffs durch galvanische Electricität;*

und

merkwürdige Versuche über die Veränderungen, welche das Blut durch Einwirkung des Sonnenlichts, der verstärkten Galvanischen Electricität und verschiedner Reagentien erleidet;

von

JOH. ANT. HEIDMANN,

Medicinae Doctor in Wien.

1.

Sehr überraschend musste für mich die Nachricht seyn, dass J. Tourdes *) und bald darauf auch

*) Siehe Gilbert's *Ann. der Physik*, B. 10, S. 499.
Heidm.

Circaud, *) beide durch directe Versuche, die Contractilität des Faserstoffs des Blutes durch Einwirkung der Galvanischen Electricität beobachtet haben wollten, — da Herr Prof. Prochaska und ich schon lange zuvor uns vorgenommen hatten, ähnliche Untersuchungen anzustellen, und die Wirkung der verstärkten Galvanischen Electricität auf den Faserstoff mit der auf die Muskelfasern zu vergleichen. Wir waren auf dieses Vorhaben gekommen, weil der Faserstoff das meiste zur Bildung der Muskelfasern beiträgt, und auch in seinem chemischen Verhalten mit ihnen die gröfste Uebereinstimmung zeigt. Die Ausführung dieser Untersuchung verzögerte sich indess, so dass uns die Erfahrungen von Tourdes und Circaud früher überraschten. — Wir änderten nun unsern Entschluss dahin ab, uns durch eigne Versuche von der Richtigkeit ihrer Beobachtungen zu überzeugen; und zu dem Ende stellte ich gegen Ende Maies, in Gesellschaft der Herren Professoren Prochaska und Pessina, und der Herren Doctoren Schreiber und Wagner folgende Versuche an.

Versuch 1. Einem Pferde, das an verdächtigen Drüsen litt, wurde die *Vena iugularis* geöffnet, und das heraus fliessende Blut in ein Gefäss mit

*) *Journ. de Physique par* Delamétherie, T. 55, p. 402 und 468, 4., und Gilbert's *Annalen der Physik*, B. 13, S. 236. *Heidm.*

warmen Waſſer gelaſſen, deſſen Temperatur die des Blutes wenig überſtieg. Dies geſchah in der Abſicht, um den Faſerſtoff baldmöglichſt, und von allen übrigen Beſtandtheilen des Blutes abgeſondert zu erhalten. Der ſchon in einer Minute nach Eröffnung der Ader ſich erzeugende Faſerſtoff wurde vermittelſt eines Haarſiebes aufgefangen, auf eine Glastafel gelegt, und mit den beiden Enden einer aus 3zölligen Scheiben errichteten Voltaiſchen Säule von 30 Lagen, durch ſilberne Spiralketten in Verbindung gebracht. Allein bei hellem Sonnenſcheine und unter freiem Himmel konnten wir weder mit bloſsen Augen noch mit einer Loupe die geringſte Bewegung wahrnehmen, die uns auf einige Contractilität des Faſerſtoffes durch das Galvaniſche Agens hätte ſchlieſsen laſſen.

Daſs die Voltaiſche Säule hinlänglich wirkte, konnten wir daraus abnehmen, weil bei jeder hergeſtellten Verbindung des Faſerſtoffs mit der Säule, eine Menge Luftbläschen, nach Art des Schaumes, das mit der Kupferſeite in Verbindung geſtandene Drahtende umgeben hatten.

Verſuch 2. Ich wiederhohlte dieſen Verſuch mit der Abänderung, daſs einem ganz geſunden lebhaften Pferde die Ader geöffnet wurde; weil ſich nach unſerer Meinung der Faſerſtoff aus dem Blute des erſten Pferdes nur ſehr langſam gebildet hatte. Allein auch hier konnten wir bei der gröſsten Aufmerkſamkeit auf die Wirkung der Galvaniſchen Ele-

ctricität nicht die geringste Bewegung an dem Faserstoffe beobachten.

Ich suchte das Mißlingen dieser Versuche theils in der zu geringen Wirksamkeit einer Voltaischen Säule von 30 Lagen, theils in der Methode, wie ich den Faserstoff erhalten hatte, obschon Tourdes in seinem Briefe an Volta sagt, daſs, als er den fibrösen Theil des Blutes, der zurück bleibt, nachdem man alle wässerige Feuchtigkeit, das Blutwasser, u. s. w., abgeschieden hat, der Einwirkung der Voltaischen Säule bei einer Temperatur von ungefähr 30° R. aussetzte, er Contractionen, denen ähnlich, welche das Fleisch erst getödteter Thiere zeigt, beobachtet habe. Daher beschloſs ich, die abgeänderte Verfahrungsart Circaud's zu versuchen, welcher den Faserstoff aus dem Blute erst getödteter Ochsen durch Schlagen mit Stäben und mit der Hand erzeugte.

Versuch 3. Angestellt am 8ten Juli 1803. Temperatur der atmosphärischen Luft 20° R., Barometerstand 28 Zoll 5 Linien. — Einem gesunden lebhaften Pferde wurde die *Vena iugularis* geöffnet, das Blut in einem kupfernen Gefäſse aufgefangen, und der Faserstoff des Blutes durch Schlagen, theils mit einer Ruthe, theils mit der Hand, schon nach einer Minute erhalten. Diesen Faserstoff setzte ich augenblicklich auf einer Glastafel der Einwirkung einer Voltaischen Säule von 65 Lagen aus. Allein auch jetzt war nicht die geringste Bewegung, weder mit freien Augen, noch mit einem doppelten

Vergröſserungsglaſe zu beobachten, obgleich bei jeder hergeſtellten Verbindung mit der Säule, der Faſerſtoff ſo wohl, als der ſchon geronnene Blutkuchen, eine hellrothe Farbe an den berührten Stellen annahm, und eine Menge Luftbläschen ſich um das Drahtende bildete.

Verſuch 4. Einem geſunden lebhaften Schafe wurde die *Arteria iugularis* geöffnet, und das ſehr ſchöne hellrothe Blut in einem hölzernen Gefäſse aufgefangen und bloſs mit der Hand geſchlagen und bewegt. Schon in einer halben Minute nach Eröffnung der Ader hatte ſich der Faſerſtoff gebildet, welcher auf der Stelle, und noch von 28° R. Wärme, auf einer Glastaſel in die Kette der nämlichen Voltaiſchen Säule von 65 Lagen gebracht wurde. Doch wiederum blieb er ohne alle Bewegung, und das bis zum völligen Erkalten.

Auch das Blut, welches aus der geöffneten Arterie, bei gänzlicher Verblutung des Thiers, zuletzt heraus floſs, und aus dem der Faſerſtoff ſich augenblicklich erzeugte, gab unter gleichen Umſtänden keinen andern Erfolg.

Da ich, unter den Umſtänden, wie ſie Circaud angiebt, an dem Faſerſtoffe, der ſich aus dem Blute der Pferde und eines Schafes erzeugte, nicht die geringſten Contractionen durch Galvaniſche Electricität hatte bewirken können, ſo ſuchte ich Gelegenheit, in einer Schlachtbank dieſe nämlichen Verſuche mit dem Blute erſt getödteter Ochſen anzuſtellen. Dies geſchah am 12ten Juli früh

um 11 Uhr, an einem fehr heitern Tage und unter freiem Himmel.

Verfuch 5. Temperatur der atmofphärifchen Luft 20 R., Barometerftand 28 Zoll 3 Linien. Einem fehr lebhaften Ochfen wurde, nachdem er gefchlagen war, die *Arteria* und *Vena iugularis* zu gleicher Zeit geöffnet. Das im ftarken Strome herausfliefsende Blut wurde in einem hölzernen Gefäfse aufgefangen, und mit einem hölzernen Stabe bewegt und gefchlagen, bis fich der Faferftoff, beiläufig in einer Minute, gebildet hatte. Ein grofser Klumpen diefes Faferftoffs wurde auf einer Glastafel der Einwirkung der Voltaifchen Säule von 82 Lagen unterworfen. Aber auch in diefem Verfuche konnte ich an dem noch ganz warmen Faferftoffe nicht das geringfte Ofcilliren, welches mit der Contractilität der Muskelfafern nur einiger Mafsen hätte verglichen werden können, weder mit blofsen noch mit bewaffneten Augen wahrnehmen.

Verfuch 6. Eine halbe Stunde darauf wurde ein zweiter Ochfe gefchlachtet, das Blut in einem hölzernen Gefäfse aufgefangen, und der Faferftoff durch blofses Schlagen und Bewegen mit der Hand erhalten. Schon innerhalb einer Minute nach Eröffnung der Adern befand fich ein grofser Klumpen Faferftoff unter der Einwirkung der nämlichen Säule; allein auch hier nahm ich keine andern Veränderungen wahr, als die ich fchon oben an dem Blute der Pferde und des Schafes beobachtet und angemerkt habe; nämlich ein Rötherwerden der mit

den Verbindungsdrähten berührten Stellen des Blutkuchens, die Entstehung häufiger Luftbläschen, und ein schnelleres Festwerden des Faserstoffs gegen den, der bloss der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt blieb.

Noch habe ich an diesem schönen und heissen Sommertage die Beobachtung gemacht, dass sich aus dem Blute, dem Sonnenlichte ausgesetzt, viel früher der Faserstoff, als aus dem erzeugte, welches ich absichtlich im Schatten stehen liess.

Diese Versuche schienen, nach meiner Meinung, hinzureichen, um die Richtigkeit der von den Herren Tourdes und Circaud angegebenen und bekannt gemachten Erfahrungen sehr zweifelhaft zu machen, da überdies aus den Versuchen über die Reitzbarkeit der Muskelfasern bekannt ist, dass die Einwirkung der Nervenkraft, welche hier ganz ausser Spiel gesetzt wäre, auf Hervorbringung der Muskelcontractionen ganz unentbehrlich sey. Gesetzt indess auch, jene Erfahrungen wären richtig, so würden sie doch die von Circaud daraus gezogene Folgerung, (Gilbert's *Annalen*, B. 13, S. 239,) keineswegs rechtfertigen, dass nämlich die Muskeln nicht vermöge ihrer Nerven, sondern vermöge einer andern uns noch unbekannten Ursache contractil sind. Denn die Nerven müssten im belebten thierischen Organismus für die Muskeln auf eine ähnliche Art, wie hier das Galvanische Fluidum auf den Faserstoff, und in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen auf die Ner-

ven und Muskeln präparirter Thiere wirksam gedacht, und gleichsam als Leiter jener thierischen Electricität angesehen werden, welche Professor Galvani zuerst entdeckte, nachher Aldini durch abgeänderte Versuche bestätigte, und die auch ich bei meinen häufigen hierüber angestellten Untersuchungen gleich anfangs voraus gesetzt habe.

2.

Eben als ich beschäftigt war, die Resultate meiner fruchtlosen Versuche zur öffentlichen Bekanntmachung aufzuzeichnen, kam mir eine schon vor 3 Jahren gemachte Beobachtung wieder in das Gedächtniss, die mir schon damahls sehr interessant zu seyn schien. Ich wollte nämlich, an einem sehr heitern Sommertage die freiwilligen Veränderungen, welche das Blut in der atmosphärischen Luft erleidet, etwas genauer beobachten, und brachte zu dem Ende einen Tropfen Blut eines erst getödteten Frosches auf das Observationsglas meines zusammen gesetzten Mikroskops. Ich war nicht wenig erstaunt, eine ganze Minute lang, während das Sonnenlicht auf diesen Blutstropfen einwirkte, die lebhaftesten Bewegungen in allen Theilen des Tropfens, der aus einem schönen netzförmigen Gewebe zu bestehen schien, wahrzunehmen. — Dieses leitete mich auf die Idee, ob nicht vielleicht *das blosse Gerinnen des Blutes*, während dessen sich der Faserstoff entwickelt, mit solchen regelmäſsigen Bewegungen, die den Muskelcontractionen

gleichen, auch ohne allen Einfluſs des Galvaniſchen Fluidums, begleitet ſey, und ob nicht vielleicht die Einwirkung des Galvanismus dieſe Bewegungen bloſs beſchleunige oder ſonſt verändere.

Um dieſes zu beſtimmen, habe ich folgende Verſuche mit Hülfe eines zuſammen geſetzten Mikroſkops bei einer 250mahligen Vergröſserung des Objektes, ſo wohl mit dem *Sonnenlichte*, als auch mit dem Lichte einer groſsen *Lampe* angeſtellt.

Verſuch 1. Ich ſchnitt einem Froſche den Kopf ab, und lieſs unmittelbar aus dem Herzen einen Tropfen Blut auf das Obſervationsglas des Inſtruments fallen. Dieſer ausgebreitete Tropfen Blut mit der angeführten Vergröſserung betrachtet, bildete auf der Stelle ein röthliches netzförmiges Gewebe von ziemlicher Regelmäſsigkeit, welches 10 Minuten hindurch ununterbrochene Bewegungen äuſserte. Dieſe Bewegungen hatten die gröſste Aehnlichkeit mit ſchwachen Contractionen und Dilatationen der Muskelfibern, und ſtellten dem Beobachter ein wirklich ſchönes Schauſpiel dar. Als ſchon alles ruhig war, unterſuchte ich mit freien Augen die Veränderungen, welche das Blut während dieſer Zeit erlitten hatte; es war vollkommen zu einem kleinen Blutklumpen geronnen.

Verſuch 2. Bei der groſsen Deutlichkeit dieſes netzförmigen Gewebes, und der Regelmäſsigkeit der Bewegungen, verſuchte ich, um jede Täuſchung, (die unter einer ſo beträchtlichen Vergröſserung leicht eintreten konnte,) zu beſeitigen, ei-

nige Tropfen Blut in den Focus eines Vergröfserungsglafes zu bringen und die Veränderungen derfelben mit freien Augen oder höchftens mit einer einfachen Loupe zu beobachten. Wirklich nahm ich dabei mit blofsen Augen die nämlichen Erfcheinungen wahr, nur mit dem Unterfchiede, dafs fie dem Auge viel früher unfichtbar wurden. Auch bemerkte ich, dafs an jeder Stelle des Blutes, die der Focus einige Zeit lang traf, eine augenblickliche Gerinnung und Verbrennung des Blutes vor fich ging, der ähnlich, welche ein mit der Zinkfeite der Voltaifchen Säule verbundener Draht bewirkt.

Verfuch 3. Ich liefs darauf aus einer abfichtlich gemachten Wunde an dem Schenkel eines Frofches zwei Tropfen Blut unmittelbar auf das Beobachtungsglas des Mikrofkops fallen, breitete fie etwas aus einander, und beobachtete unter der vorhin angegebenen Vergröfserung die angeführten Bewegungen, welche 15 Minuten lang dauerten. In dem Augenblicke, als diefe freiwilligen Bewegungen aufhörten, unterwarf ich das fchon geronnene Blut der Einwirkung einer Voltaifchen Säule von 50 Lagen; und auf der Stelle erfolgten noch einige Bewegungen, die aber nicht durch das ganze Blut, fondern nur durch die Peripherie verbreitet, und zwei Minuten über fichtbar waren.

Verfuch 4. Ich fchnitt einem Frofche den Kopf ab, und liefs zwei Tropfen Blut auf das Ob-

servationsglas fallen, beobachtete unter der nämlichen Vergröſserung die freiwilligen Bewegungen, und setzte, als sie sich noch sehr lebhaft äuſserten, das Blut der Einwirkung der nämlichen Voltaischen Säule aus. Es erfolgten sogleich nicht nur lebhaftere Bewegungen durch die ganze Blutmasse, vorzüglich an den mit den Verbindungsdräbten berührten Stellen, sondern auch ein stärkeres und schnelleres Gerinnen des Blutes, so daſs in 10 Minuten schon alles ruhig, und die beiden Tropfen vollkommen geronnen waren.

Versuch 5. Diesen Versuch wiederhohlte ich mit der Abänderung, daſs ich beide Tropfen Blut in dem Zeitpunkte, wo es noch freiwillige Bewegungen äuſserte, mit einem kleinen Tropfen sehr verdünnter oxygenirter Salzsäure benetzte, worauf diese regelmäſsigen Bewegungen auf der Stelle merklich verstärkt wurden, das Blut aber auch sehr bald gerann.

Versuch 6. Als ich dagegen bei einem andern Versuche auf das Blut, als es noch ein lebhaftes Oscilliren äuſserte, einen Tropfen oxygenirter Salzsäure fallen lieſs, hörten nicht allein alle Bewegungen augenblicklich auf, sondern es wurde auch das regelmäſsige netzförmige Gewebe zerstört, und ein vollkommenes Gerinnen des Blutes in Gestalt der Flecken bewirkt. — Diese nämlichen Veränderungen bewirkten auch Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, u. s. w., in dem Blute.

Verſuch 7. Ich vermiſchte ferner mit dem Blute, als es noch freiwillige Bewegungen äuſserte, einen Tropfen reiner Kaliauflöſung. Dieſer hob nicht allein augenblicklich jede freiwillige Bewegung auf, ſondern das Blut wurde auch gänzlich in ſeiner Beſchaffenheit geändert, gelb und braun gefärbt, und in unregelmäſsige Flocken aufgelöſt.

Verſuch 8. Um mich zu belehren, ob das regelmäſsige netzförmige Gewebe und die freiwilligen Bewegungen ausſchlieſslich dem Blute, und nicht auch andern animaliſchen und vegetabiliſchen Feuchtigkeiten eigen ſind, ſtellte ich folgende Verſuche an. Ich ſchnitt einem Froſche den Kopf aß, um ihn verbluten zu laſſen, drückte, als dies geſchehen war, das im Herzen noch vorhandene Blutwaſſer auf das Obſervationsglas des Mikroſkops, und beobachtete die Veränderungen deſſelben mit der nämlichen Vergröſserung. Allein ich konnte weder die geringſten Bewegungen, noch jenes regelmäſsige netzförmige Gewebe wahrnehmen; vielmehr erſchien das Blutwaſſer als eine gleichförmige, flüſſige körnige Maſſe, in welcher ſich die Blutkügelchen zerſtreut und ohne gehörige Miſchung zeigten.

Dieſen Verſuch wiederhohlte ich mit Speichel, mit thieriſchem Samen, mit den Auflöſungen verſchiedener Salze, des Kleiſters, des arabiſchen Gummi und mit andern Feuchtigkeiten; allein nirgends konnte ich etwas beobachten, was mit dieſen frei-

Drahtkette der positive Conductor mit dem Fußboden verbunden, so wird der Conductor des Reibezeuges negativ electrisirt; eine Bequemlichkeit, welche die schnelle Anstellung der Versuche mit beiden Formen der Electricität ungemein erleichtert. Die angeschlossne Zeichnung, (Taf. I, Fig. 1,) giebt eine deutliche Ansicht von dem Baue der Maschine und von dem Apparate, welchen ich bei dem gleich zu beschreibenden Versuche anwendete. *A* ist der positive, *B* der negative Conductor, beide isolirt. *C* und *D* sind geschärfte Drähte, welche auf die Conductoren gesteckt sind, und *EF* ist ein gebogener Draht, der isolirt über dem Cylinder der Maschine so aufgehängt ist, dass das Ende *E* desselben von der Spitze *C*, und das Ende *F* von der Spitze *D* nur $1\frac{1}{2}$ Zoll absteht.

Wird nun der Cylinder der Maschine in Bewegung gesetzt, so zeigt sich auf der Spitze *D* ein Strahlenpunkt, an *F* ein Büschel, an *E* ein Punkt, an *C* ein Büschel; und hat man beträchtliche Entwickelung von Electricität, so ist beim plötzlichen Stillstehen des Cylinders jedes Mahl an *D* und *E* das Ausströmen eines kleinen Strahlenbüschels mit lautem zischenden Geräusche wahrnehmbar.

Nun ist es aber bekannt, dass der Strahlenbüschel jedes Mahl die Gegenwart der positiven, der leuchtende Punkt jedes Mahl die Gegenwart der negativen Electricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem diese Lichterscheinung hervor

ben habe, dafs nämlich bei einer fchwachen Electricität der Funken *in* den *pofitiv* electrifirten Conductor *hinein*, fo wie *aus* dem *negativ* electrifirten *heraus* zu fahren fcheine, fey ein optifcher Betrug gewefen. Ich würde ihm gern beiftimmen, wenn ich der Einzige gewefen wäre, der diefe Beobachtung angeftellt hat; allein ich habe fie vor beinahe hundert Zeugen in einem Collegio mehr als Ein Mahl hervor gebracht, und fie auch, nachdem mir diefe Einwendung gemacht war, mit Fleifs in Gegenwart parteiifcher und unparteiifcher Zeugen wiederhohlt, welche alle, wie ich, den Funken die entgegen gefetzte Bahn durchlaufen fahen. Am auffallendften und unläugbarften zeigt fich diefe Erfcheinung bei geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwei bis dreizöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben fich nach dem Glafe hin. Begreifen kann ich die Sache bis jetzt noch nicht.

2.

Das Ausftrömen eines Strahlenbüfchels aus einem auf dem negativen Conductor befeftigten feinen Drahte, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) hat mir zu einem fehr intereffanten Verfuche Gelegenheit gegeben. Meine, vom Herrn Prof. Fricke in Braunfchweig verfertigte Electrifirmafchine ift fo gebaut, dafs mit dem Reibeküffen des Cylinders ein auf Glasröhren ftehender Conductor verbunden ift. Wird nun das Reibezeug ifolirt und durch eine

Draht-

II.

Fortgesetzte electrische Versuche; *und* *Bemerkungen über die leuchtende Erscheinung bei den Windbüchsen,*

vom
Prof. Wilh. Remer
in Helmstädt.

Die electrischen Versuche, welche ich in den *Annalen*, B. 8, S. 323 ff., beschrieben habe, haben das Glück gehabt, einigen einsichtsvollen Physikern nicht zu missfallen. Um desto dreister wage ich es, eine Nachlese zu ihnen zu liefern, welche mir der Bekanntmachung noch weniger unwerth zu seyn scheint, und aus der sich vielleicht nicht unwichtige Folgerungen für die Electrologie ziehen lassen. Vielleicht tragen auch meine Versuche etwas dazu bei, dass man auf unsre alten Reibemaschinen wieder mehr Zeit wende, und sie aus dem Dunkel ziehe, in dem sie im Vergleich mit der Voltaischen Säule stehn, da man seit den ausserordentlichen Entdeckungen, welche diese veranlasst hat, sie fast weniger als ihre so viel jüngere Schwester kennt.

1.

Der Recensent der Annalen in der medicinisch-chirurgischen Zeitung glaubt die Erscheinung, welche ich, *Annalen*, VIII, 332, No. 4, beschrie-

ben habe, daſs nämlich bei einer ſchwachen Electricität der Funken *in* den *poſitiv* electriſirten Conductor *hinein*, ſo wie *aus* dem *negativ* electriſirten *heraus* zu fahren ſcheine, ſey ein optiſcher Betrug geweſen. Ich würde ihm gern beiſtimmen, wenn ich der Einzige geweſen wäre, der dieſe Beobachtung angeſtellt hat; allein ich habe ſie vor beinahe hundert Zeugen in einem Collegio mehr als Ein Mahl hervor gebracht, und ſie auch, nachdem mir dieſe Einwendung gemacht war, mit Fleiſs in Gegenwart partheiiſcher und unparteiiſcher Zeugen wiederhohlt, welche alle, wie ich, den Funken die entgegen geſetzte Bahn durchlaufen ſahen. Am auffallendſten und unläugbarſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung bei geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwei bis dreizöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben ſich nach dem Glaſe hin. Begreifen kann ich die Sache bis jetzt noch nicht.

2.

Das Ausſtrömen eines Strahlenbüſchels aus einem auf dem negativen Conductor befeſtigten feinen Drahte, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) hat mir zu einem ſehr intereſſanten Verſuche Gelegenheit gegeben. Meine, vom Herrn Prof. **Fricke** in Braunſchweig verfertigte Electriſirmaſchine iſt ſo gebaut, daſs mit dem Reibeküſſen des Cylinders ein auf Glasröhren ſtehender Conductor verbunden iſt. Wird nun das Reibezeug iſolirt und durch eine Draht-

Drahtkette der positive Conductor mit dem Fuſsboden verbunden, ſo wird der Conductor des Reibezeuges negativ electriſirt; eine Bequemlichkeit, welche die ſchnelle Anſtellung der Verſuche mit beiden Formen der Electricität ungemein erleichtert. Die angeſchloſsne Zeichnung, (Taf. I, Fig. 1,) giebt eine deutliche Anſicht von dem Baue der Maſchine und von dem Apparate, welchen ich bei dem gleich zu beſchreibenden Verſuche anwendete. *A* iſt der poſitive, *B* der negative Conductor, beide iſolirt. *C* und *D* ſind geſchärſte Drähte, welche auf die Conductoren geſteckt ſind, und *EF* iſt ein gebogener Draht, der iſolirt über dem Cylinder der Maſchine ſo aufgehängt iſt, daſs das Ende *E* deſſelben von der Spitze *C*, und das Ende *F* von der Spitze *D* nur $1\frac{1}{2}$ Zoll abſteht.

Wird nun der Cylinder der Maſchine in Bewegung geſetzt, ſo zeigt ſich auf der Spitze *D* ein Strahlenpunkt, an *F* ein Büſchel, an *E* ein Punkt, an *C* ein Büſchel; und hat man beträchtliche Entwickelung von Electricität, ſo iſt beim plötzlichen Stillſtehen des Cylinders jedes Mahl an *D* und *E* das Ausſtrömen eines kleinen Strahlenbüſchels mit lautem ziſchenden Geräuſche wahrnehmbar.

Nun iſt es aber bekannt, daſs der Strahlenbüſchel jedes Mahl die Gegenwart der poſitiven, der leuchtende Punkt jedes Mahl die Gegenwart der negativen Electricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem dieſe Lichterſcheinung hervor

bricht. Mithin muſs der Draht *EF* an ſeinen beiden Endpunkten entgegen geſetzte Electricitäten, und in einer Gegend zwiſchen den Punkten *E* und *F*, (ſeinen *Polen*,) eine Stelle haben, wo er keine electriſchen Erſcheinungen mehr giebt, (einen *Indifferenzpunkt.*) Dieſen Punkt zu finden, habe ich mich der Electrometer vergebens bedient; brauchbarer war dazu die einfache Kugel aus Hollundermark, welche an einem ſeidnen Faden iſolirt, erſt poſitiv, dann negativ electriſirt wurde, und im erſten Falle von allen Punkten des Drahtes zwiſchen *F* und *I* abgeſtoſsen, in *I* aber angezogen, im zweiten von den Punkten zwiſchen *E* und *I* abgeſtoſsen, in *I* aber wiederum angezogen wurde. Da nun *I* eine Anziehung zu $\mp$ *E* hat, ſo kann es ſelbſt nur o *E* beſitzen. Die Punkte zwiſchen *E* und *I* zogen die poſitiv electriſirte, die Punkte zwiſchen *I* und *F* die negativ electriſirte Kugel an. Dieſer Verſuch iſt ein neuer Beweis des Fundamentalſatzes der Electrologie, daſs gleichnamige Electricitäten ſich abſtoſsen, ungleichnamige ſich anziehen, und das Factum bedarf keiner weitern Erklärung, da ſie ſich jedem Kenner aufdrängt.

3.

Ich veränderte den Apparat nun dahin, daſs ich die Drähte *D* und *F* mit einander verband. Alsdann war der ganze Draht *DFE* negativ electriſirt, und in *E* erſchien der leuchtende Punkt.

4.

Darauf verband ich den Conductor *B* mit dem Fufsboden, hob die Verbindung zwifchen *D* und *F* auf, und electrifirte. Jetzt war in Anfehung der Lichterfcheinungen alles wieder wie bei dem Verfuche 2; als ich aber nun den Indifferenzpunkt auf die vorhin befchriebene Weife fuchen wollte, fand ich ihn nicht mehr in *I*, fondern der Draht war von *F* bis *x* pofitiv electrifirt, von *x* bis *E* hingegen negativ, und der Indifferenzpunkt lag in *x*. Als ich darauf den Conductor *A* mit dem Fufsboden verbunden und *B* wieder ifolirt hatte, fo fand ich, bei fortdauernden gleichen Lichterfcheinungen, den Draht zwifchen *E* und *y* negativ, zwifchen *y* und *F* pofitiv. Folglich war nun *y* der Indifferenzpunkt geworden.

Wem fällt hier nicht die Voltaifche Säule und das Wandern des Indifferenzpunkts bei diefer, nach Maafsgabe der angebrachten Ableitung, ein?

5.

Diefe Verfuche brachten mich auf den Gedanken, welchen ich mich nicht entfinne, irgendwo gelefen zu haben, dafs die Lichterfcheinung, welche wir an Drahtfpitzen wahrnehmen, die einem electrifirten Körper entgegen gehalten werden, Zeichen von Electricität *in diefen Spitzen felbft* find. Um mich davon näher zu überzeugen, ftellte ich folgende Verfuche an:

1. Ich ifolirte einen Draht und näherte ihn dem pofitiv electrifirten Conductor fo weit, dafs fich auf feiner Spitze ein Lichtpunkt zeigte, d. h., ungefähr bis auf 3 Zoll. Jetzt unterfuchte ich feine Electricität mit einem negativ electrifirten Hollundermarkkügelchen, und fand, dafs diefer Draht die Kugel abftiefs. Nachdem ich ihn aber aus der Atmofphäre des pofitiv electrifirten Conductors weggenommen hatte, zog er die Kugel an.

2. Das nämliche, aber umgekehrt, erfolgte bei dem negativ electrifirten Conductor.

3. Ein dem pofitiven Conductor genäherter Draht zog ein pofitiv electrifirtes, fo wie ein dem negativen genäherter, ein negativ electrifirtes Kügelchen an, fo lange fich die Drähte in der Atmofphäre des Conductors befanden.

4. Alle diefe Verfuche gelangen eben fo, wenn der Draht von einer ifolirten Perfon, ja, auch dann, wenn er von einer nicht-ifolirten Perfon gehalten wurde.

Meine Vermuthung war alfo beftätigt; nur kann ich noch nicht mit Gewifsheit fagen, ob der Draht, welchen ich zu dem Verfuche gebrauchte, fein $\mp E$ durch ungleiche Vertheilung, oder durch wirkliche Mittheilung oder Entziehung von Electricität erhalten hat. Das erfte follte man glauben, da er fogleich o E zeigte, als ich ihn aus der Atmofphäre des Conductors wegnahm. Allein er kann auch, da er ziemlich zugefchärft war, diefe

Electricität, der Einsaugung aus der Atmosphäre verdanken.

6.

Sehr angenehm überraschte mich Herrn Ritter's Beobachtung, (Voigt's *Magazin*, B. 6, St. 2, S. 105 ff.,) welcher wahrnahm, daſs, als er die beiden Gas gebenden Golddrähte von den Polen der Voltaischen Säule trennte, diese nach einer kurzen Weile ihre Functionen vertauschten, so daſs der, welcher bisher Sauerstoffgas gegeben hatte, jetzt einen schwachen Strom Wasserstoffgas gab, und umgekehrt. Ich kann nicht umhin, auf die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der von mir an negativ electrisirten Spitzen wahrgenommenen Erscheinung, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) aufmerksam zu machen, wo während des Umlaufes des Cylinders ein Strahlenpunkt, und eine ganz kurze Zeit nachher ein schwacher zischender Strahlenbüschel *) wahrzunehmen war. Statt der negativen und positiven Gasströme erfolgten hier die negativen und positiven Erscheinungen. Herrn Ritter führten wichtigere Gegenstände von dieser Erscheinung ab, und verhinderten ihn, sich bei Erklärung derselben zu verweilen. Doch scheint mir dieser Versuch, so klein er auch ist, wohl eine Erklärung zu verdienen. Sollte vielleicht, um meine Ansicht der Sache zu eröffnen, der Hergang der Sache folgender seyn?

*) Sollten nicht überhaupt die Strahlenpunkte ganz kleine *Strahlenbüschel* seyn? R.

So lange der Cylinder der Maschine gedreht wird, strömt durch die aufgesteckte Spitze beständig Electricität aus der Atmosphäre in den seiner Electricität beraubten negativen Conductor hinein; daher der leuchtende Punkt. Hört nun die Bewegung des Cylinders auf, so reisst sich ein Strom der atmosphärischen Electricität während der Zeit, da der Draht nicht leuchtet, aus der Luft in den Draht hinein und versetzt diesen in einen positiv electrisirten Zustand, wäre es auch nur in Beziehung auf die den Draht zunächst umgebende Luftportion, so dass jetzt das + *E* aus der Spitze in Gestalt eines Büschels hervor bricht, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Diese Vermuthung wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass nur sehr starke Electricitäten diese Erscheinung bewirken, dass sie selbst sehr schwach ist, und dass sie am positiven Conductor, auch unter den günstigsten Umständen, nicht hervor gebracht werden kann.

Herrn Ritter's Versuch wäre vielleicht etwas dem Aehnliches, und bestünde in einem Sichtbarwerden des durch die Electricität der Voltaischen Säule frei gemachten, aber noch dem Wasser anhängenden Sauerstoffes und Wasserstoffes. Nimmt man dazu die Bemerkung, dass die Geschmacks- und Gesichtsphänomene, welche diese Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Voltaischen Säule hervor bringen, geradezu die entgegen gesetzten von denen sind, welche während ihrer Verbindung mit der Säule wahrgenommen werden;

so ist es sogar wahrscheinlich, dass jetzt ein ganz umgekehrter chemischer Prozess mit diesen Drähten erfolge, so dass der Draht, welcher vorhin sich positiv gegen den Sauerstoff verhielt, nun gegen ihn eine negative Beschaffenheit annimmt, und umgekehrt.

Immer aber bleibt die Erscheinung höchst sonderbar, und scheint mir sehr für die Einheit der electrischen Materie zu sprechen. *)

7.

Meine Bekanntmachung des *Windbüchsenlichtes* hat diese Sache wenigstens zur Sprache gebracht, wenn auch darüber noch nichts hinlänglich aufgeklärt ist. Herr D. und Prof. Weber in Landshut äussert sich mit einiger Empfindlichkeit darüber, (*Annalen*, XI, 344,) dass ihm die Priorität der Entdeckung zustehe, und dass seine Behauptungen darüber von dem Publicum nicht beachtet seyen. Ich hatte aber seine dort genannte Schrift weder damahls gelesen, als ich zuerst über diesen Gegenstand schrieb, noch habe ich sie mir,

*) Ich habe in meinen frühern Versuchen einige Fälle angegeben, welche mir für Symmer's Dualismus zu sprechen scheinen. Damit wollte ich diesem Systeme nicht das Wort reden, indem ich das *Franklinische* für richtiger halte, sondern nur auf einige noch nicht ganz erhellte Stellen aufmerksam machen. R.

ungeachtet aller meiner Bemühungen, bisher verschaffen können, kann folglich über seine Erklärungen dieses Gegenstandes nicht urtheilen; — und da er schon gesucht hatte, die Aufmerksamkeit der Physiker auf ihn zu leiten, so bleibt, bei ihrem gänzlichen Schweigen darüber, mein Vorwurf wegen einer nicht unbeträchtlichen Unachtsamkeit, in doppelter Stärke stehen. Die Prioritätsrechte an dieser Entdeckung will *ich* gern aufgeben, sie gehören aber Herrn Weber ebenfalls nicht, sondern den vielen Windbüchsenschützen, welche diese Erscheinung sahen, und, *ut sumus homines*, nichts dabei dachten. Uebrigens hält Herr Weber das Phänomen für electrisch. So auch Herr Consist. Sekr. Wolff in Hannover, welcher seine Ideen darüber in Voigt's *Magazin*, 1802, B. 4, St. 6, S. 826 ff., und in den *Annalen*, XII, 608, bekannt gemacht hat. Der letzte sucht den Grund des Mislingens der von mir angestellten electroskopischen Versuche in der leitenden Kraft des Oehles, mit welchem das Gewehr eingeöhlt ist, und wovon allerdings ein beträchtlicher Theil mit dem Schusse hervor gepresst wird. Er erklärt die Entstehung der Electricität von dem Reiben der mit Oehl geschwängerten, folglich leitenden Luft, an der reinen, folglich nicht leitenden. Ich glaube zwar wohl, dass auf diese Weise Electricität entstehen könne; allein ob dieser Vorgang die von uns beobachtete Lichterscheinung bewirke, ist wohl noch nicht entschieden. Denn:

1. Das Licht, welches hier entwickelt wird, ist so beträchtlich, daſs man eine starke electrische Spannung dabei wahrnehmen müſste, wenn es von Electricität entstünde, und daſs der schlechte Leiter, welcher hier vorhanden ist, (der Oehldunst,) sie nicht ganz und auf einmahl ableiten könnte.

2. Schwerlich möchte die Reibung des Oehldunstes, (denn Luft reibt sich nicht an Luft,) an der Luft im Stande seyn, eine so starke Electricität zu erzeugen, als hier vorhanden seyn müſste, wenn das Licht electrisch wäre.

3. Die Ursachen, welche die Electricität, Herrn Wolff's Meinung gemäſs, erzeugen sollen, bleiben in der mit Luft gefüllten eingeöhlten Windbüchse beständig, allein die Intensität des Lichtes nimmt in dem nämlichen Verhältnisse ab, in welchem die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe abnimmt. Anfänglich sehe ich, wenn ich mit 250 Kolbenzügen die in meiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht habe, einen fast fuſslangen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, welcher mein ganzes, ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tännenes Brett, in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein bloſses bläuliches Flämmchen an der Spitze des Rohres, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Dieses durfte nicht der Fall seyn, da hier die reibenden Kräfte noch so groſs sind.

4. Man sieht diese Erscheinung nicht bei allen Windbüchsen, sondern nur bei einigen, welches ich selbst, (a. a. O., S. 339,) bemerkt habe, und welches Herr Prof. Gilbert, (eben das., S. 340, Note,) bestätigt. Allein alle metallene Windbüchsen sind eingeöhlt; folglich müſsten sie, hätte Herr Wolff Recht, alle diese angebliche Electricität erzeugen.

Diese Zweifel, zusammen genommen mit der völligen Unmöglichkeit, dabei eine Spur von Electricität sinnlich wahrnehmbar zu machen, zwingen mich, eine andere Erklärung des Windbüchsenlichtes zu suchen, wozu folgende Punkte vielleicht die Materialien enthalten:

1. Deparcieux bemerkte, daſs, wenn man die so genannten Petarden der Barometermacher, (kleine, sehr dünn geblasene, fast luftleere Kugeln, welche bei der leisesten Erschütterung mit Knallen zerbrechen,) im Dunkeln zersprengt, sie dann einen Lichtschein von sich geben. *)

2. Derselbe sah, daſs, wenn im *Guerike'schen* Vacuo eine luftvolle, dünn geblasene Glaskugel zerbrochen wurde, sich Licht wahrnehmen lieſs. **)

3. Dasselbe erfolgt, nach Hrn. Weber, Wolff und mir, beim Abschieſsen der Windbüchse.

*) Gren's *Journal*, B. 8, S. 20. *R.*
**) Eben daselbst. *R.*

4. Wenn man die Luft unter der Glocke der Luftpumpe *) verdichtet, nachdem man das Rohr, durch welches der Raum der Glocke mit dem Cylinder verbunden ist, mit einem Waſſertropfen verſehen hat, und dann die Luft ſchnell durch dieſes Rohr entweichen läſst, ſo gefriert das Waſſer an dem Rohre zu Eis. Es wird folglich bei dieſer Verdünnung der Luft Wärme *gebunden*. (Pictet.) **)

5. Wenn man in die Condenſationsglocke ein empfindliches Thermometer hängt, ſo ſteigt das Queckſilber in demſelben während des Condenſirens um einige Grade, und fällt beim raſchen Austreten der Luft ſchnell viel tiefer herab, als es vor dem Verſuche ſtand. Bis zum Gefrierpunkte wollte es mir jedoch nie fallen. Die Condenſation der Luft macht folglich Wärme *frei*.

6. Wenn man unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft beträchtlich vermindert, nachdem ein ſehr empfindliches Thermometer in demſelben angebracht iſt, ſo fällt das Queckſilber um einige Grade, und ſteigt wieder, wenn man die Luft aufs neue zutreten läſst, oft höher, als es vor dem Verſuche ſtand. Hier wird folglich durch die Verdünnung der Luft Wärme *gebunden*.

*) Ich beſitze die ältere *Leiſte'ſche*. R.

**) Scherer's *Journal*, 16tes Heft, S. 481. Herr Ziegler in Winterthur hat daſſelbe bei einer andern Gelegenheit an Papin's Digeſtor geſehen. *N. allg. Journ. d. Chemie*, B. 1, S. 221. R.

Alle diese Versuche erfordern grosse Genauigkeit und Vorsicht, besonders in Ansehung des Umstandes, dass das Thermometer so angebracht werde, dass es ringsum mit schlechten Wärmeleitern umgeben ist. *)

Vergleichen wir nun die Lichterscheinungen mit den Wärmephänomenen, so nehmen wir eine sonderbare Uebereinstimmung dabei wahr, indem überall, wo dichtere Luft schnell in einen grössern Raum ausgedehnt wird, *Kälte* und *Licht* erscheinen, (Wärme *gebunden*, Licht *entbunden* wird.) Fast sollte man daher bewogen werden, zu glauben, dass diese beiden, so oft neben einander existirenden, so oft mit einander verwechselten, und so oft für einander entgegen gesetzt gehaltenen Wesen, wenn sie materiell sind, wirklich einander entgegen gesetzt sind, **) und dass das Gebundenwerden von Wär-

*) Mit vorzüglicher Genauigkeit und besonderm Scharfsinne sind Dalton's *Versuche über Wärme und Kälte, die bei mechanischer Verdichtung und Verdünnung der Luft entstehn*, angestellt, welche man in den *Annalen*, XIV, 101, beschrieben findet, und die Herr Prof. Remer übersehn zu haben scheint. Dieselbe Erscheinung, welche unter 4 aufgeführt wird, hat man mehr im Grossen bei der Höll'schen Maschine in Schemnitz in Ungarn wahrgenommen, (siehe Jars *metallurg. Reisen.*) *d. H.*

**) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit auf eine diese Ostern erscheinende Schrift meines Freundes, des Herrn Prof. Bartels hierselbst,

mestoff eine ihm proportionale Menge von Lichtstoff auszuscheiden vermöge.

Will man indess aus dieser Coexistenz die Causalverbindung dieser beiden Phänomene nicht ableiten, so kann man vielleicht eine andere Erklärung derselben in der veränderten Dichtigkeit finden. Vielleicht hat nämlich die Luft, je dichter sie ist, eine desto stärkere Kraft, den Lichtstoff mit sich zu verbinden und chemisch zu vereinigen, (eine desto grössere Capacität für das Licht.) Wenigstens rückt die Luft bei einer solchen gewaltsamen Verdichtung in einen sehr kleinen Raum zusammen, welchen sie vorhin mehrere Mahl auszufüllen im Stande gewesen seyn würde. Dasselbe thut auch das Licht, welches materiell und chemisch gebunden, in dieser Luftportion enthalten ist. Wenn aber dieser Luft ein Ausweg gestattet wird, so dehnt sie sich schnell in einen grössern Raum aus, wobei, (wie in dem Falle, wo tropfbare Flüssigkeiten zu Dämpfen werden?) ihre Capacität für die Wärme vermehrt, aber zugleich auch der bisher zusammen gepresste Lichtstoff in heftige Bewegung gesetzt, mithin sichtbar gemacht wird; wenn anders leuchtendes, sichtbares Licht *Bewegung* des Lichtstoffes im Raume ist.

aufmerksam zu machen, in welcher über diese Antithese ganz neue sehr scharfsinnige und interessante Untersuchungen angestellt werden. *R.*

Ich nehme hier eine *materielle* Ursache des Lichts an, weil ich das Licht *chemische* Verbindungen eingehen sehe.

Vorhin deutete ich auf eine Erklärung der Kälteerzeugung in dem Falle, wo verdichtete Luft in einen engern Raum tritt. Sollte nicht das hier gemeinte Gesetz der Veränderung in der Capacität für die Wärme, auch in diesem Falle eine Anwendung leiden? Ich weiss es jedoch wohl, dass ein wichtiger Unterschied zwischen Verdichtung der Luft und Verdichtung der Dünste zu tropfbaren Flüssigkeiten, und umgekehrt, Statt findet. Sollte aber nicht die Erfahrung, dass auf der Spitze hoher Berge die Luft zugleich sehr dünn und sehr kalt ist, etwas für meine Vermuthung sprechen?

Ich will keinesweges die eben gewagten Erklärungen für etwas mehr als für *Hypothesen* ausgeben. Doch glaube ich, dass man auf diesem Wege eher der Wahrheit nahe kömmt, als wenn man sich damit begnügt, das Windbüchsenlicht, (*sit venia verbo!*) mit einem berühmten Lehrer der Physik auf einer berühmten Universität für „eine Lichterscheinung" zu erklären. *)

*) Es macht dem Scharfsinne des Herrn Prof. Remer gewiss alle Ehre, in dieser Erklärung mit Lambert und Dalton zusammen zu treffen, (siehe *Annalen*, XIV, 110,) und es wäre sehr merkwürdig, wenn das Licht in diesem Falle ein umgekehrtes Verhalten mit der Wärme haben sollte. Wie es scheint, müssten dann aber alle

8.

Noch ein Wort über *wandelnde* und *lebendige* *Kleistische* Flaschen! Wenn man eine reich behaarte

Windbüchsen, in denen die Luft gehörig stark verdichtet ist, beim Abschiessen leuchten. Oder sollten die Dimensionen des Laufs und des Ventils darauf Einfluss haben können? — Vor kurzem ist das Windbüchsenlicht auch in Frankreich und in England zur Sprache gebracht worden, wie folgende Notiz aus Nicholson's *Journal*, April, 1803, p. 280, beweist: „Pictet berichtet in einem Briefe an Tilloch, (*Philos. Magazin*, Vol. „14, p. 363,) es habe ein gewisser Mollet aus „Lion dem Nationalinstitute am 29sten Dec. 1802 „einen Aufsatz vorgelegt, über eine leuchtende „Erscheinung, die sich beim Losschiessen einer „Windbüchse im Dunkeln zeigt, welches Pictet „für eine noch nie bemerkte Sache hält. Doch „schon vor 1½ Jahren brachte Herr Fletcher „dieses hier, (in London,) in einer Gesellschaft „zur Sprache, die sich damahls wöchentlich bei „mir versammelte, um sich über physikalische Ge„genstände zu unterhalten. Es entstanden mehrere „Discussionen, was der Grund sey, ob Electricität „oder Capacitätsänderung in der sich ausdehnen„den Luft, und es wurde darüber eine Reihe von „Versuchen verabredet, die aber wegen anderer Ge„genstände nicht zur Ausführung kam. Das Phä„nomen ist merkwürdig, und verdiente, weiter er„forscht zu werden." Die Priorität, welche Franzosen und Engländer sich streitig machen, gebührt, wie man sieht, ohne allen Streit uns Deutschen, und es wäre nicht unmöglich, dass die hierher

Katze bei trockener Luft auf den Schooſs nimmt, ihr die linke Hand vor die Bruſt legt und ſie mit der rechten auf dem Rücken ſtreicht, ſo erzeugen ſich erſt einzelne Funken aus dem Pelze der Katze, dann bekommt man einen ſtarken Schlag, welcher oft bis weit über die Handwurzel, (*carpus*,) beider Arme hinauf reicht. In dem nämlichen Augenblicke ſpringt das Thier mit einer Aeuſserung des Schreckens auf, und läſst ſich ſelten zu dem zweiten Verſuche bewegen. Hier iſt der lebendige Katzenbalg der idioelectriſche Körper, die beiden Hände ſind die Belegungen; an der reibenden Hand erzeugt ſich $+E$, an der ruhenden $-E$; und iſt eine beträchtliche Spannung da, ſo entladet ſich dieſe Flaſche von ſelbſt. Die Haut des Menſchen iſt bekanntlich nur ein ſchlechter Leiter, ſo lange ſie trocken iſt, daher kann eine andere Wiederherſtellung des Gleichgewichts nicht gut erfolgen.

Helmſtädt den 28ſten März 1804.

gehörigen Aufſätze der Herren Remer, Weber und Wolff in den Annalen, die Sache, wenigſtens auf indirectem Wege, zur Kenntniſs unſerer Nachbarn gebracht haben könnten. *d. H.*

III.

III.

NACHRICHT

von den neuesten Versuchen des Grafen Rumford *über die strahlende Wärme;*

mitgetheilt

vom

Dr. Friedländer

in Paris.

(*Aus einem Briefe des Herrn Dr.* Friedländer, *Paris den 4ten März* 1804.)

„Der Graf Rumford hat in den letzten Sitzungen des Nationalinstituts eine Beschreibung seines neuen Thermoskops und eine Nachricht von den Versuchen, die er mit demselben angestellt hat, dem Institute mitgetheilt. Von beiden dürften Sie die Leser Ihrer Annalen vielleicht nicht ungerne unterhalten sehn. Der besondern Güte des Präsidenten und der Secretäre des Instituts, so wie des Grafen Rumford selbst, verdanke ich die Mittheilung der Originalabhandlung, aus welcher ich Ihnen hierbei den vollständigsten Auszug zu übersenden die Ehre habe. Die Darstellung der sehr einfachen Versuche selbst litt keine Schwierigkeit; wo aber der berühmte Verf. seine Conjecturen und Theorieen vortrug, habe ich ihn fast wörtlich übersetzt. Der erste Theil der Abhandlung ist bereits vor mehrern Monaten der königl. Societät der Wissenschaften in London mitgetheilt worden, und wird, wenn ich nicht irre, nächstens in der *Bibliotheque britannique* in einer Uebersetzung erscheinen. Der zweite Theil ist dem Institute übergeben, und die Versuche mit den Instru-

menten, welche der Verf. zu dem Ende aus München kommen liefs, find in demfelben wiederholt worden. Sie beftätigten fich alle; nur erfordern fie wegen ihrer Feinheit grofse Behutfamkeit, und müffen, weil die dazu gebrauchten Thermometer fo äufserft empfindlich find, in einem grofsen Zimmer und nur in Gegenwart fehr weniger Menfchen angeftellt werden."

Das Thermofkop, deffen fich der Graf Rumford bei feinen Verfuchen bedient, ift ein äufserft empfindliches Luftthermometer, welches die kleinften Veränderungen der Temperatur angiebt. Es befteht aus einer horizontalen Glasröhre mit zwei gerade in die Höhe fteigenden Armen, an deren Enden fich zwei dünne Glaskugeln befinden. Die horizontale Röhre ift 15 bis 16 Zoll, und jede der beiden fenkrechten Röhren 6 bis 7 Zoll lang. Der Durchmeffer der Röhren beträgt $\frac{1}{2}$ Linie, und der Durchmeffer der Kugeln $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{7}$ Zoll. Durch eine kleine Röhre, oder einen zolllangen Trichter, welcher an einem der Arme angeblafen ift, giefst man gerade fo viel gefärbten Weingeift, als diefer enthalten kann, in das Inftrument, und verfchliefst es alsdann hermetifch, fo dafs zwifchen der innerhalb und aufserhalb befindlichen Luft keine Gemeinfchaft mehr Statt findet. Man fucht alsdann den Weingeifttropfen, der in der fchmalen Röhre wie ein kleiner Cylinder erfcheint, fo viel als möglich in die Mitte der horizontalen Röhre zu bringen. Diefes bewirkt man nicht ohne Schwierigkeit und Zeitaufwand. Ift aber alsdann die Luft in beiden Ku-

geln gleichmäſsig erwärmt, ſo befindet ſich das Inſtrument im Zuſtande der Ruhe.

Nun bringt man zwiſchen den beiden Kugeln einen Schirm an, ſo daſs man eine derſelben ohne die andere erwärmen kann. Geſchieht dieſes, ſo bewegt ſich der Weingeiſttropfen von der erwärmten Kugel ab, nach der andern hin; erkältet man ſie dagegen, ſo nähert er ſich ihr, und die Geſchwindigkeit, mit der dieſes Entfernen und Annähern geſchieht, ſteht im Verhältniſſe mit der Intenſität der ſtrahlenden Wärme oder Kälte des Körpers, den man der Kugel genähert hat.

Will man die Intenſität der ausſtrahlenden erwärmenden oder erkältenden Wirkung *) zweier verſchiedenartigen Körper vergleichen, ſo ſtellt man den einen in einer gegebenen Entfernung von der einen Kugel, und dann den andern in einem ſolchen Abſtande von der zweiten Kugel, daſs der

*) Der Herr Graf ſpricht in dieſer ganzen Abhandlung ſtets von ausſtrahlender Kälte. Wenn der Leſer auch nicht die Nothwendigkeit einer ſolchen Annahme einſehen, und die Phänomene von dem Entziehen der Wärme zu erklären geneigt ſeyn ſollte, ſo hat dieſes doch auf die Verſuche weiter keinen Bezug, und es kann zur Bequemlichkeit derſelben hier, (wie bei der Electricität,) ſein Gutes haben, zwei Materien, einen kalt machenden Stoff und einen Wärmeſtoff, für einen Augenblick anzunehmen, wie der Verfaſſer, wie ſich aus Folgendem ergiebt, wirklich thut. *Frldr.*

Weingeiſttropfen unverrückt an ſeiner Stelle ſtehn bleibt. Berechnet man nun die Oberfläche dieſer Körper und die Entfernung jedes derſelben von der ihm zugekehrten Kugel des Inſtruments, ſo läſst ſich, wie man einſieht, die Intenſität der ausſtrahlenden Wärme eines jeden derſelben finden.

Will man die Intenſität der ausſtrahlenden *Wärme* eines Körpers mit der Intenſität der Wirkung eines gleichartigen *kalten* vergleichen, ſo bringt man eine der Kugeln des Inſtruments hinter den Schirm, nähert dann beide Körper der andern Kugel, und rückt ſie in ſolchen Entfernungen von derſelben, daſs die gleichzeitigen Wirkungen derſelben auf die Kugel ſich aufheben, und ſie von einem Körper ſo viel erwärmt, als von dem andern erkältet wird, da dann der Weingeiſttropfen in Ruhe bleibt. Die Intenſität des Ausſtrahlens beider Körper läſst ſich aus der Gröſse ihrer Oberfläche und aus ihrer Entfernung von der Kugel des Inſtruments berechnen.

Das Thermoſkop iſt ſo empfindlich, daſs bei einer Temperatur von 15 bis 16° R. das Ausſtrahlen der Wärme der Hand, die man der Kugel deſſelben entgegen hält, ſchon in der Entfernung von 3 Fuſs den Weingeiſttropfen in Bewegung ſetzt. Eine Metallſcheibe von 4 Zoll im Durchmeſſer, die über einem Wachslichte geſchwärzt worden, und bis zum Froſtpunkte erkältet war, wirkte eben ſo ſchnell auf den Tropfen in einer Entfernung von 18 Zoll, und machte, daſs er ſich ihr näherte.

Durch seine Versuche mit diesem empfindlichen Instrumente glaubt Graf Rumford sich überzeugt zu haben, dass sich von allen Körpern beständig wellenförmige Strahlungen, (*ondulations,*) nach allen Richtungen von ihrer Oberfläche ab, in Bewegung setzen, welche sich mit den Schwingungen des Schalles vergleichen lassen, und durch die nach und nach die Temperatur der Körper, auf welche sie stossen, geändert wird, ohne dass sie von den getroffenen Körpern, wenn diese wärmer oder minder warm als der Körper, von welchem die Schwingungen ausgehen, reflectirt werden.

Die Intensität dieses Ausstrahlens ist bei verschiedenen Körpern, die sich in gleicher Temperatur befinden, sehr verschieden. Sie ist geringer in *polirten* als in *unpolirten* Körpern; die Oberfläche des oxydirten Kupfers strahlt z. B. die Wärme und Kälte 10 Mahl, und das an einer Wachskerze geschwärzte Kupfer 18 Mahl stärker aus, als das blanke und gut polirte Kupfer.

Dieselben wellenförmig ausströmenden Strahlen sind übrigens, wenn sie auf wärmere Körper stossen, *erkältend*, und wenn sie auf Körper von minderer Temperatur stossen, *erwärmend*, woraus der Verfasser den Schluss zieht: „dass dieselben „Körper, welche, wenn sie von kältern Körpern, „als sie sind, umgeben werden, Wärme ausstrah„len, im entgegen gesetzten Falle Kälte (*emana„tions frigorifiques*) ausströmen müssen.“ Und

dieſes ſucht er noch durch folgende Verſuche zu bekräftigen.

Zwei Metallſcheiben von gleichem Durchmeſſer, deren eine in eine Temperatur von 0, die andere von 40° R. verſetzt war, wurden bei einer Lufttemperatur von 20° in gleichen Entfernungen von der einen Kugel ſeines Thermoſkops geſtellt. Der Weingeiſttropfen blieb unbewegt an ſeiner Stelle, und zeigte demnach, daſs die Kugel durch den Einfluſs der Kälte eben ſo ſtark erkältet, als durch den Einfluſs der Wärme zu gleicher Zeit erwärmt wurde. Schwärzte man die Oberfläche einer dieſer Scheiben, ſo war das Ausſtrahlen derſelben ſo ſtark, daſs die andere ihr nicht mehr das Gleichgewicht hielt. Schwärzte man indeſs auch dieſe andere, ſo ſtellte ſich das Gleichgewicht wiederum her.

Die Aehnlichkeit der Wärmeſchwingungen mit der Schallverbreitung führte den Verf. auf den Gedanken, ein von innen wohl polirtes Hörrohr zwiſchen die eine Kugel ſeines Thermoſkops und zwiſchen eine hohle kupferne Kugel von 3 Zoll Durchmeſſer, die er mit zerſtoſsenem Eiſe und Waſſer angefüllt hatte, ſo zu ſtellen, daſs das weitere Ende, dieſer letztern Kugel, das engere, der Thermometerkugel zugekehrt war. In der That wurde hierdurch die kalt machende Wirkung ſeines kalten Körpers gerade ſo wie der Schall verſtärkt, oder, (wie ſich der Verf. in dieſer erſten Hälfte ſeines Aufſatzes ſcherzweiſe ausdruckt,) „der kalte Körper „ſprach vor der groſsen Oeffnung des Hörrohrs,

„während das Thermoskop vor der kleinen Oeff-„nung zuhörte."

Wenn die Theilchen der empfänglichen Körper stets durch schnelle schwingende Bewegungen erschüttert werden, und in jeder Temperatur aus allen Punkten ihrer Oberfläche schwingende Strahlen wie die klingenden Körper ausströmen; wenn ferner die Körper stets wechselseitig auf einander in der Entfernung wirken, und in einander Veränderungen der Temperatur hervor bringen, bis sie zu einem wechselseitigen Gleichgewichte der Temperatur gebracht sind; — so muſs dieses Erwärmen oder Erkalten eines Körpers nicht bloſs von den ihn umgebenden wärmern und kältern Körpern, sondern auch von dem Umstande abhängen, ob seine Oberfläche, welche die Strahlen dieser wärmern oder kältern Körper reflectirt, glatt oder rauh ist. Der Verfasser glaubte aus diesem Grunde schon a priori schlieſsen zu können, daſs die polirten Körper sich langsamer erhitzen und erkalten würden, als die nicht-polirten.

Um diesen wichtigen Punkt aufzuklären, stellte er folgende Versuche an: Zwei cylinderförmige Metallgefäſse von 4 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe, von welchen das eine blank polirt, das andere über der Flamme einer Wachskerze geschwärzt worden war, wurden beide im Winter mit kochendem Wasser angefüllt, und zugleich in einem groſsen Zimmer in ruhiger Luft hingestellt, um allmählig zu erkalten. Das geschwärzte Gefäſs erkal-

tete ungefähr zwei Mahl schneller als das polirte. — Hieraufputzte man das schwarze Gefäſs, bekleidete es dicht mit feiner Leinwand, und wiederhohlte den Versuch. Das polirte Gefäſs brauchte 55 Minuten, um von 50° F. über die Temperatur der Zimmerluft bis auf 40° über dieselbe, also überhaupt um 10° F. zu erkalten, während das mit Leinwand bekleidete Gefäſs zu gleicher Erkältung nur 36 Minuten bedurfte. — Dasselbe Gefäſs wurde nun statt mit feiner Leinwand, nach einander mit einer, zwei, und endlich mit vier Lagen einer Auflösung von Copal in Weingeist bekleidet, und der Versuch jedes Mahl wiederhohlt. Das polirte Gefäſs erkaltete stets in 55 Minuten um 10° F.; dagegen das mit *einer* Lage Firniſs bedeckte schon in 42 Minuten, das mit *zwei* Lagen bedeckte in $35\frac{3}{4}$, und das mit *vier* Lagen bedeckte in $30\frac{1}{4}$ Minute. Ein mit 8 Lagen dieses Firnisses bekleidetes Gefäſs bedurfte $34\frac{1}{3}$ Minute, bis es um volle 10° erkaltet war. — Nach diesen Versuchen nahm man den Firniſs ab, und bemahlte das Gefäſs mit Wasserfarben, nach einander weiſs und schwarz; dann belegte man es mit Goldschlägerblättchen und lieſs es weiſs; endlich bemahlte mans auch mit Tusche. Stets beförderten die Umschläge die schnellere Erkaltung in Vergleich mit dem polirten Gefäſse. — Eins der Gefäſse wurde zuletzt mit dünnen Goldblättchen und Silberblättchen vermittelst des Firnisses, den man gewöhnlich zu Vergoldungen anwendet, belegt. Die Erkaltung ging alsdann

trotz des Firnisses eben so langsam, als in dem polirten Gefäſse vor sich.

Ein Pelz erhält länger die Wärme, wenn das Haar nach auſsen, als wenn es nach innen zugekehrt ist. Der Verfasser glaubt, daſs dieses in der glatten Politur des Haares seinen Grund hat.

Umgekehrt zeigte eine Menge anderer Versuche, daſs Körper, deren Oberfläche glatt ist, sich minder schnell erwärmen, als die, deren Oberfläche rauh ist. Man bestätigte dieses besonders durch glatte und rauhe Gefäſse mit Wasser, die man aus kalten Zimmern in warme Zimmer brachte.

„Wenn diese Versuche auch nicht überzeugend „beweisen," setzt der Verf. hinzu, „daſs die Mit-„theilung der Wärme und Kälte der Mittheilung des „Schalles analog ist, so erhält diese Vermuthung „durch sie doch viel Wahrscheinlichkeit."

Die bekannten Versuche mit Wassertropfen, die man auf roth glühendes Eisen fallen läſst, und die lange ihre sphärische Gestalt erhalten, und erst spät verdunsten, scheinen sich, nach dem Verfasser, auf dieselbe Weise erklären zu lassen. „Auf der „heiſsen Oberfläche des Metalles," sagt er, „haftet „die Luft mit solcher Gewalt, daſs das Wasser sie „nicht aus der Stelle treiben kann. Wenn aber „das Metall etwas weniger warm geworden ist, so „reicht die Schwere des Tropfens hin, die Luft-„lage zu vertreiben, und die Oberfläche wird naſs, „das heiſst, die Gestalt und Politur des Tropfens „werden zerstört, weſshalb er mit Zischen in einem

„Augenblicke verdunftet." In einem filbernen Löffel, deffen innere Fläche an einem Wachslichte geschwärzt wurde, fuchte man einen grofsen Waffertropfen zum Kochen zu bringen. Da der Tropfen die fchwarze Maffe nicht befeuchtete, fo war diefes unmöglich, und gefchah auch dann noch nicht, als fchon die Handhabe des Löffels, welche man mit einem Tuche hielt, bereits fo heifs geworden war, dafs das äufserfte Ende, wenn man es mit naffen Finger berührte, ein Zifchen verurfachte. Der Tropfen im Löffel über der Flamme war dann vielmehr noch fo wenig heifs, dafs man ihn, ohne Gefahr, fich zu verbrennen, in die hohle Hand giefsen konnte. — Ein Tropfen, der an der Spitze eines Schwefelhölzchens hängt und mit Vorficht in die Mitte einer Wachskerze gehalten wird, ohne den Docht zu berühren, bleibt ebenfalls ziemlich lange in diefer Geftalt, ohne auch nur warm zu werden, bis das Holz endlich Feuer fängt, und dann dem Tropfen nach und nach die Wärme mittheilt.

Diefe Phänomene erklärt der Verfaffer mit folgenden Worten: „Da die reflectirende Oberfläche „(*furface reflechiffante*) eines polirten Körpers „nicht feine *wahre* Oberfläche ift, fondern Schranken, die fich unbezweifelt in fehr geringer Entfernung von diefem Körper befinden, fo mufs fie, „wie es fcheint, nicht nur die Strahlen, welche „von aufsen kommen, fondern auch die vom Körper felbft ausgehenden Strahlen zurück werfen.

„Nur eine verhältnifsmäfsig kleine Menge von Strah-
„len bahnt fich einen Weg durch diefe Schranken,
„und ftrahlt nach aufsen. Daher ift der Einflufs po-
„lirter Körper, fie mögen warm oder kalt feyn,
„auf die Temperatur der benachbarten geringer,
„als der Einflufs der unpolirten."

„Der Unterfchied eines warmen und minder
„warmen Körpers fcheint dem Verfaffer übrigens
„völlig dem Unterfchiede analog zu feyn, der zwi-
„fchen einem in tiefem Tone, und einem in hohem
„Tone klingenden Körper Statt findet. Wären die
„klingenden Körper fo organifirt, dafs fie alle ver-
„fchiedene Noten der Tonleiter anzugeben ver-
„möchten, und könnten fie durch ihre Schwin-
„gungen wechfelfeitig fo auf einander wirken, dafs
„fie endlich auf eine gemeinfchaftliche Zwifchen-
„note zurück kämen, fo wäre die Analogie der
„Mittheilungsart der Wärme und des Schalles voll-
„kommen."

„Will man," fetzt Graf Rumford fchliefslich
hinzu, „nach Annahme diefer Hypothefe, noch den
„durch das Alterthum geheiligten Namen: *Feuer*,
„(*feu*) beibehalten; fo mufs man darunter eine
„Flüffigkeit verftehen, die fehr dünn und überaus
„elaftifch ift und in welcher Wärme und Licht ver-
„breitet find. Im übrigen bleibt diefes Element im
„Befitze aller feiner Vorzüge, und behält fein aus-
„gebreitetes Reich nach wie vor."

IV.

Ueber das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasserdampfes durch Wärme, nach Dalton's Versuchen; nebst einer Anwendung dieses Gesetzes auf das Verdunsten der Flüssigkeiten,

von

Soldner in Berlin.

Der Leser wird sich aus den letzten Heften der *Annalen* vom verflossnen Jahre, (Band XV, Heft 1 und 2,) der Versuche Dalton's über die Expansivkraft der Dämpfe von Wasser und andern Flüssigkeiten, und über das Verdunsten, vielleicht auch meiner Bemerkungen über sie, erinnern. Schon Dalton hatte in seinen Resultaten ein gesetzmäßsiges Fortschreiten bemerkt, und vermittelst desselben eine Tabelle über die Expansivkraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen von — 40° bis + 325° F. construirt, welche man in den *Annalen*, XV, 8 — 10, findet, und die durch seine Versuche mit Aetherdämpfen mittelbar bis zu dieser letzten Gränze hinauf bestätigt wurde. Ich äufserte damahls, *Annalen*, XV, 37: „es sey gewifs der Mühe werth, zu Dalton's Versuchen das entsprechende Gesetz aufzusuchen; dieses sey indefs nicht ganz leicht." Herr Soldner in Berlin, ein Gelehrter, von dem als Mathematiker wir viel zu erwarten berechtigt sind, hat sich dieser Nachforschung unterzogen, und folgender Auffatz enthält, als Resultate seiner Untersuchun-

gen, die von ihm aufgefundenen Formeln, welche die Dalton'schen Beobachtungen innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F. in der That sehr glücklich darstellen, und durch die wir, wie es mir scheint, in den Besitz der wahren Gesetze für die Expansivkraft der Dämpfe durch Wärme gesetzt seyn würden, wenn sie auch über jene Gränzen hinaus der Erfahrung eben so gut entsprechen sollten. Dass man, um das Folgende zu verstehen, Dalton's beide Aufsätze zur Hand nehmen muss, braucht kaum erinnert zu werden. *d. H.*

Aus der Ansicht, welche Dalton in den *Annalen*, XV, 11, von seinen Versuchen giebt, um das allgemeine Gesetz derselben zu zeigen, ergiebt sich: dass, *wenn die Temperaturen in arithmetischem Verhältnisse fortschreiten, die dazu gehörigen Expansivkräfte des Wasserdampfs eine Art von geometrischer Reihe bilden, deren Exponenten,* (jedes Glied durch sein vorher gehendes dividirt,) *ungefähr gleichförmig abnehmen.* Vermittelst dieser Eigenschaft der Exponenten lassen sich zwar alle Glieder berechnen; diese Methode ist aber sehr unbequem, weil man, um irgend ein Glied zu finden, erst alle vorher gehende berechnen muss. Ich habe mich bemüht, die Werthe der Tabelle, welche Dalton, (*Annalen*, XV, 11,) aus seinen Versuchen ausgezogen hat, in einer einzigen Formel darzustellen, die jedes Glied unmittelbar giebt. Ich habe zu dem Ende eine beträchtliche Anzahl Formen, welche die Theorie, oder vorerwähnte Eigenschaft der Exponenten zulässt, untersucht;

und dabei habe ich keine gefunden, welche den Beobachtungen fo nahe käme, als folgende. Wenn wir die Expanfivkraft beim Siedepunkte $= E$ *) und bei der Temperatur r, (nach Réaumur,) $= e$ fetzen, fo ift

$$\log. e = \log. E - \frac{(280 - r)\ (80 - r)}{10280} \qquad \text{I}$$

Nach diefer Formel habe ich die folgenden Werthe für e berechnet, und, zur bequemern Ueberficht, die beobachteten Werthe und die Unterfchiede beider hinzu gefügt. Dalton's Tabelle, (*Annalen*, XV, 11,) ift zwar für das Fahrenheitifche Thermometer eingerichtet; da aber dafelbft die Angaben von $11\frac{1}{4}$ zu $11\frac{1}{4}°$ Fahr., ($=$ 5 zu 5° Réaum.,) fortfchreiten, fo konnte ich unmittelbar Réaumurifche Grade fetzen. Diefe kleine Tabelle habe ich von neuem aus der grofsen, (*daf.*, S. 8,) berechnet, und einige Fehler darin gefunden, die hier verbeffert find und die ein jeder leicht felbft bemerken wird.

Für diejenigen, welche Luft haben follten, meine Formel noch mit mehrern Angaben in Dalton's grofser Tabelle zu vergleichen, welche nach Fahrenheitifchen Graden berechnet ift, will ich noch meine Formel für diefes Thermometer eingerichtet, herfetzen. Wenn f die Temperatur nach *Fahrenheit* bezeichnet, ift:

$$\log. e = \log. E - \frac{(662 - f)\ (212 - f)}{52042} \qquad \text{II}$$

*) Sie wird hier, aus Gründen, die unten folgen werden, zu 30,13 engl. Zollen angenommen. *S.*

wo auch $E = 30,13$ zu nehmen ist. Man muſs nicht vergeſſen, daſs Dalton nur die Expanſivkräfte von 32° bis 212° beobachtet und die übrigen nach ſeiner Methode berechnet hat; eine Abweichung bei dieſen entſcheidet alſo nichts. *)

*) Der Herr Verfaſſer erlaube mir, hiergegen einen Zweifel zu äuſsern. Der Theil der Dalton'ſchen Tabelle, welcher über die Siedehitze des Waſſers hinaus fällt, iſt nicht von aller Beſtätigung durch Verſuche entblöſst. Zwar lieſsen ſich, nach Dalton's Methode, keine directen Verſuche über die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe in dieſen höhern Temperaturen anſtellen; durch ſeine Verſuche mit Aetherdampf hat aber Dalton dieſen Theil ſeiner Tabelle wenigſtens *mittelbarer Weiſe* bewährt, wie aus dem erhellt, was er *Annalen*, XV, 15 und 17, anführt. Sein Aether kochte bei 102° F. und äuſserte in den Temperaturen von 102° bis 147° F., mit Queckſilber geſperrt, Grad für Grad, genau dieſelbe Expanſivkraft, welche dem Waſſerdampfe nach Dalton's Tabelle von 212° bis 257° zukömmt, und zwar in dieſer letztern Temperatur eine Expanſivkraft von 64",75, indeſs Waſſerdampf von 257° Wärme nach Dalton's Tabelle eine Expanſivkraft von 64",82 Queckſilberhöhe haben ſoll. Bei 212° Wärme müſste die Expanſivkraft des Aetherdampfs mit der des Waſſerdampfs von 322° F. überein ſtimmen; in der That fand ſie Dalton durch einen Verſuch 137,67 Queckſilberhöhe, indeſs nach ſeiner Tabelle zu 322° Temperatur Waſſerdampf gehört, deſſen Expanſivkraft 137",28 beträgt. — Es ſcheint mir daher, daſs wir allerdings berechtigt ſind, an eine Formel,

r	in engl. Zollen. Beobachtung.	Rechnung.	Differenz.
0	0,200	0,200	0,000
5	0,297	0,297	0,000
10	0,436	0,437	+ 0,001
15	0,630	0,636	+ 0,006
20	0,910	0,915	+ 0,005
25	1,29	1,302	+ 0,01
30	1,83	1,833	0,00
35	2,58	2,550	— 0,03
40	3,50	3,509	+ 0,01
45	4,76	4,774	+ 0,01
50	6,45	6,424	— 0,03
55	8,55	8,547	0,00
60	11,25	11,246	0,00
65	14,6	14,63	+ 0,03
70	18,8	18,82	+ 0,02
75	24,0	23,95	— 0,05
80	30,0	30,13	+ 0,13

Die Differenzen ſind hier nur in ſo viel Decimalſtellen angegeben, als Dalton's Tabelle enthält.

Die-

welche uns das wahre Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe durch die Wärme geben ſoll, die Anforderung zu machen, daſs ſie mit der Dalton'ſchen Tabelle wenigſtens bis zur Temperatur von 322° F. hinauf möglichſt nahe zuſammen ſtimme. Dieſes thut indeſs die Formel des Herrn Verfaſſers nicht. Sie giebt für Temperaturen von 257° und 312° F. Expanſivkräfte von 67",48 und 157,74 Zoll Queckſilberhöhe, welche um ſehr vieles

Diese Abweichungen oder Fehler sind, meines Erachtens, alle innerhalb der Gränze derjenigen, die beim Beobachten unvermeidlich sind. Dies zeigen auch die Sprünge, welche sie machen. Nur der Fehler bei 80° ist etwas beträchtlich. Aber es ist mir wahrscheinlich, dass Dalton die Expansivkraft bei dieser Temperatur nicht unmittelbar beobachtet hat. Er hätte zu dem Zwecke nothwendig um die Röhre an seinem Apparate selbst Feuer machen müssen; und dies ging doch nicht wohl an. Er hat höchst wahrscheinlich so geschlossen: „Bei der Siedehitze muss die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich seyn der Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Der Siedepunkt meines Thermometers ist bei 30 Zoll bestimmt worden; also muss bei 212° meines Thermometers die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich 30 Zoll seyn." Dies ist freilich im Allgemeinen sehr richtig, wir werden aber unten, bei Gelegenheit der Untersuchung über die Temperatur des kochenden Wassers unter

les zu gross sind. Dies mindert nun zwar nicht den Werth und den vielfachen Gebrauch der von dem Herrn Verfasser hier und weiterhin entwickelten Formeln, innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F., lässt aber doch wünschen, dass es ihm gelingen möge, sie dahin abzuändern, dass sie auch jener Anforderung entspreche, liegt anders nicht in der ganzen Form und Ableitung derselben etwas, was diesem entgegen ist. *d. H.*

verschiedenen Barometerhöhen, sehen, dass man auf diese Art die Expansivkraft um 0,22 und noch mehr engl. Zoll unrichtig finden kann. Wenn nun diese Vermuthung gegründet ist, so kann der Fehler 0,13 nicht als solcher betrachtet werden. Man muss übrigens noch in Betrachtung ziehen, dass in dieser Gegend die Expansivkraft so schnell wächst, dass ein Fehler in der Thermometerbeobachtung von $\frac{1}{10}$ Grad R. schon einen Fehler in der Expansivkraft von 0,1 Zoll verursacht. Ueberhaupt, wenn man bedenkt, dass Dalton auf zwei so delicate Dinge, den Stand des Thermometers und die Höhe der Quecksilbersäule, zugleich zu sehen hatte; so wird man gewiss die Uebereinstimmung bewundern. — Nur wünschte ich, dass Dalton bei seinen Versuchen noch auf einen Umstand gehörig Rücksicht genommen hätte, nämlich auf die Temperatur der Quecksilbersäule. Sie muss, zufolge seines Apparats, verschieden erwärmt gewesen seyn; wie aber, das lässt sich nicht angeben. Verschiedene der hier bemerkten Sprünge mögen wohl daher rühren.

Ich habe oben gesagt, dass die von mir angenommene Form mit der von Dalton angegebenen Eigenschaft der Exponenten, dass sie nämlich gleichförmig abnehmen, zusammen hänge; ich muss dies beweisen. Nach Dalton sind die Exponenten von der Form $A - s \,.\, r$, und zwar für 5° R. Zwischenraum ist $A = 1,485$ und $s = 0,003$, (*Annalen*, XV, 11;) s ist also gegen A sehr

klein. Man kann der Formel No. I die Form geben:

$$\log. e = \log. E - \frac{(360 - 80)\,80}{10280} + \frac{(360 - r)\,r}{10280}$$

Man erhält den Exponenten, wenn man ein gewisses e durch sein vorher gehendes dividirt. Es heisse dieses vorher gehende e', und die dazu gehörige Temperatur $r - 1$, so ist also der Exponent, für einen Grad Zwischenraum, $= \frac{e}{e'}$, und wenn man, der Bequemlichkeit wegen, $360 = n$ und $10280 = m$ setzt,

$$\log. \frac{e}{e'} = \frac{(n - r)\,r}{m} - \frac{(n - r + 1)\,(r - 1)}{m}$$

$= \frac{n + 1 - 2r}{m}$. Hieraus ergiebt sich der Exponent:

$$\frac{e}{e'} = 10^{\frac{n+1-2r}{m}} = 10^{\frac{n+1}{m}} \cdot 10^{-\frac{2r}{m}},$$

wo 10 die Basis der gewöhnlichen Logarithmen ist.

Löst man nun $10^{-\frac{2r}{m}}$ auf die gewöhnliche Art in eine Reihe auf, so erhält man:

$$\frac{e}{e'} = 10^{\frac{n+1}{m}} \cdot \left\{1 - \frac{2r}{m \log. h} + \frac{1}{1.2}\left(\frac{2r}{m \log. h}\right)^2 - \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{2r}{m \log. h}\right)^3 + \text{u. s. w.}\right.$$

wo h die Basis der hyperbolischen Logarithmen oder 2,71828 bedeutet. *) Da nun m eine sehr grosse Zahl ist, so kann man $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2r}{m \log. h}\right)^2$ und die

*) Und also $\frac{1}{\log. \text{Brigg.}\, h}$ der Modulus des Systems der Briggischen Logarithmen ist. *d. H.*

höhern Potenzen vernachläſſigen, und dann hat man die verlangte Form für den Exponenten. *)

Stellt man allgemeine Betrachtungen über die Formel No. I an, ſo ergiebt ſich daraus, daſs die Expanſivkraft, oder e, für Grade unter Null immer kleiner wird, daſs ſie aber nie Null werden kann. Ueber 80° hinaus nimmt e zu bis 180°, von da nimmt es wieder ab, und bei 360 wird es wieder gleich dem beim Eispunkte. Dies iſt in der That auffallend; aber es iſt nicht bloſs eine Eigenſchaft meiner Formel, ſondern Dalton's Erfahrungen erfordern es ſchlechterdings. Nach dieſen nehmen die Exponenten, ſo viel man ſehen kann, gleichförmig ab, ſie müſſen alſo irgendwo 1 und dann kleiner als 1 werden; das heiſst, die Expanſivkräfte müſſen wieder abnehmen. Dalton's Erfahrungen darzuſtellen, iſt hier mein einziger Zweck, dieſes Paradoxon, (nach der bisherigen Meinung,) bekümmert mich alſo nichts. **) In-

*) Nämlich $A - \varepsilon r$, indem $10^{\frac{n+1}{m}}$ und $\frac{2}{m \,.\, \log. h}$ conſtante Gröſsen ſind. *d. H.*

**) Wenn das von Dalton aus ſeinen Verſuchen abſtrahirte und bis zu einer Temperatur von 322° F. hinauf bewährte Geſetz für die Elaſticität der Waſſerdämpfe auch für alle noch höhere Temperaturen gölte; ſo würde das *Maximum* der Elaſticität der Waſſerdämpfe auf die Temperatur fallen, bei welcher in meiner Formel, in den *Annalen*, XV, 35, $a - mb = 1$ iſt, und in der Temperatur, in welcher $a - mb = 0$ wird, würde die Elaſticität

dessen muss ich doch bemerken, dass, wenn man solche allgemeine Betrachtungen machen will, man nicht das Quecksilberthermometer zum Grunde legen muss, sondern wahre Wärme. Da wir aber hierin noch gar nicht im Reinen sind, so ist diese Sache natürlich solchen Schwierigkeiten und Ungewissheiten unterworfen, dass sich über das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe, in diesem Sinne genommen, nichts bestimmen lässt. Bloss um die Neugierde zu befriedigen, habe ich doch einen Versuch gemacht. de Lüc hat in sei-

der Wasserdämpfe 30° = 1 engl. Zoll Quecksilberhöhe seyn. Der erste Fall würde folglich Statt finden für $m = \frac{a-1}{b} = \frac{0,25}{0,015} = 16\frac{2}{3}$; der zweite für $m = \frac{a}{b} = \frac{1,25}{0,015} = 83\frac{1}{3}$; mithin der erste Fall $16\frac{2}{3} \cdot 11\frac{1}{4} = 187\frac{1}{2}$ Fahrenheitische, oder $16\frac{2}{3} \cdot 5 = 82\frac{1}{3}$ Reaumürische Grade über den Siedepunkt des Wassers hinaus; der zweite bei $83\frac{1}{3} \cdot 5 = 416\frac{2}{3}$ Reaumürischen Graden über den Siedepunkt des Wassers. Bei $162\frac{1}{3}$° R. würden folglich Wasserdämpfe das Maximum an Elasticität erhalten, und bei $496\frac{2}{3}$° R. würde ihre Elasticität wieder bis zu 1'' Quecksilberhöhe herab gekommen seyn. Und diese Expansivkraft bliebe ihnen unveränderlich in allen Temperaturen, welche über diese hinaus geht, weil in den *Facultäten*, welche in meiner Formel die Exponenten für diese Expansivkräfte sind, immer wieder der Factor $a - mb = 0$ vorkömmt. Man sieht auch hieraus, wie wenig die Formel des Herrn Verfassers über den Siedepunkt hinaus mit Dalton's Tabelle überein stimmt. *d. H.*

nen *Récherches ſur les modifications de l'Atmoſphère*, §. 1107, eine Tabelle zur Vergleichung der Grade des Queckſilberthermometers mit Graden der wahren Wärme geliefert. Dieſes Werk iſt den Händen aller Phyſiker; ich habe daher nicht nöthig, hier zu erklären, worauf ſie beruht, ſondern bemerke blofs, dafs, wenn r Grade des Queckſilberthermometers und w der dazu gehörige Grad der wahren Wärme iſt, de Lüc's Tabelle mit hinreichender Genauigkeit durch folgende ſehr einfache Formel dargeſtellt wird:

$$r = w - w \cdot \frac{80 - w}{1080 + w} \text{ und } w = r + r \cdot \frac{80 - r}{1080 + r}.$$

Nach dieſer letzten Formel und Dalton's groſser Tabelle habe ich einige Grade der wahren Wärme und die dazu gehörigen Expanſivkräfte berechnet. Ich habe gefunden, dafs hier keine einzige Form ſo gut paſst, als die $\frac{mw}{n+w}$; und durch eine mühſame Rechnung hat ſich ergeben, $m = 9{,}93$ und $n = 280$, ſo dafs man alſo hat:

$$\log. e = \log. E - \frac{9{,}93 \cdot 80}{280 + 80} + \frac{9{,}93 \cdot w}{280 + w}.$$

Nach dieſer Form würde die Expanſivkraft nicht wieder abnehmen, ſondern ihr Wachsthum ſich nur immer verringern, und bei unendlich hoher Temperatur würde ſie conſtant ſeyn. Folgende Tafel enthält die Vergleichung dieſer Formel mit den Beobachtungen.

w	e Beobachtung.	e Rechnung.
0	0,200	0,186
10	0,415	0,410
20	0,836	0,856
30	1,65	1,70
40	3,19	3,25
50	5,91	5,95
60	10,54	10,54
70	18,2	18,1
80	30,0	30,0

Dies ſtimmt freilich nicht ſo gut als obige Formel für das Queckſilberthermometer, wie ſichs auch, wegen der Ungewiſsheit, die hier herrſcht, erwarten lieſs. Indeſſen ſcheinen mir deſſen ungeachtet die Fehler noch ſo zu ſeyn, daſs gegenwärtige Formel doch das allgemeine Geſetz für die Expanſivkraft des Waſſerdampfes ſeyn könnte. Etwas genauer würde alles ſtimmen, wenn man hier wieder die Expanſivkraft bei 80° etwas gröſser machen wollte. Aber ich will mich hierbei nicht länger aufhalten, da die Sache von keinem practiſchen Nutzen iſt; wir beobachten mit dem Queckſilberthermometer.

Einige Anwendungen, und Erweiterung des Geſetzes.

Bei näherer Erwägung der Sache wird man leicht bemerken, daſs die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe bei der Siedehitze, durch den Druck einer Queckſilberſäule ausgedruckt, nichts anderes iſt, als

die Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des gebrauchten Thermometers bestimmt worden ist. So z. B. ist der Siedepunkt von Dalton's Thermometer bei der Barometerhöhe von 30 engl. Zoll, (oder eigentlich 30,13 Zoll,) bestimmt worden. Durch diese Bemerkung wird es sehr leicht, die Expansivkraft in jedem beliebigen Maafse auszudrucken. Will man sie z. B. in *Mètres* haben, und braucht dabei ein Thermometer, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0,75$ Mètres bestimmt worden ist; so setzt man blofs in der Formel No. I $E = \frac{3}{4}$.

Ferner ist bekannt, dafs eine Flüssigkeit alsdann zum Kochen kömmt, wenn die Expansivkraft ihrer Dämpfe dem Drucke der Atmosphäre gleich ist, und dafs z. B. das Wasser bei 60° Réaum. kochen würde, wenn der Druck der Atmosphäre nur $11\frac{1}{4}$ engl. Zoll wäre. Unsre Formel dient also auch dazu, den Grad des Thermometers zu bestimmen, bei welchem das Wasser unter einer gegebenen Barometerhöhe kocht. Man entwickelt zu dem Ende blofs r aus der Formel No. I, nachdem man in ihr b statt e und B statt E gesetzt hat; wo B die Barometerhöhe bedeutet, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist, und b diejenige, bei der in dem gegebenen Falle das Wasser kocht. (Ich bemerke hier ein für alle Mahl, dafs man in der Folge unter B beständig diese constante Barometerhöhe zu verstehen hat.) Aus I ergiebt sich nun:

$$r = 180 - \sqrt{(10000 - 10280 \log. \frac{b}{B})}. \quad \text{III}$$

Ich habe hiernach, um Dalton's Angaben zu controliren, einige Beobachtungen der Temperatur des kochenden Waſſers von Sauſſüre und de Lüc berechnet, deren Vergleichung hier folgt. Dieſe beiden Phyſiker brauchten Thermometer, deren Siedepunkte bei der Barometerhöhe 27 par. Zoll = 5184 Sechzehntel-Linien, beſtimmt worden ſind; es iſt alſo $B = 5184$.

Namen der Orte.	b in $\frac{1}{16}$ Linien.	r Beobachtung.	r Rechnung.	Differenz.
Mont blanc	3086,4	68,993	69 027	+ 0,03
Buet	3775	73,21	73,16	— 0,05
Grénairon	3919	73,93	73,94	+ 0,01
* Plan de Léchaud	4196,5	75,47	75,39	— 0,08
Graſſe Chèvre	4414	76,54	76,47	— 0,07
Granges des Fonds	4625	77,45	77,48	+ 0,03
Granges Tournier	4703	77,80	77,85	+ 0,05
* Génève u. Sixt	4979	79,14	79,10	— 0,04
* Génève	5196	80,07	80,05	— 0,02
* Lyon u. Monluel	5290,5	80,47	80 45	— 0,02
* Lyon	5335	80,63	80,64	+ 0,01
* Beaucaire	5413,5	80,93	80,97	+ 0,04
Ibid.	5458	81,09	81,16	+ 0,07
Am Meere	5496	81,299	81,313	+ 0,01

Die mit einem * bezeichneten Angaben ſind ein Mittel aus zwei Beobachtungen. Die erſte und letzte Beobachtung ſind von Sauſſüre, aus deſſen *Voyages dans les Alpes*, Tom. 4, die übrigen von de Lüc und aus deſſen *Récherches*, §. 962, genommen.

Man sieht aus dieser Vergleichung, dass die Abweichungen der Rechnung von der Beobachtung hin und her schwanken, und das innerhalb der Gränzen der Genauigkeit beim Beobachten. Dalton's Angaben werden also hierdurch auf eine merkwürdige Art bestätigt. Ich muss hier bemerken, dass, wenn man oben in I $E = 30$ annimmt, und den Fehler, der bei 80° steht, auf die andern Temperaturen legt, gegenwärtiges bei weitem nicht so genau stimmt; also noch ein Beweis für die dortige Vermuthung.

De Lüc versichert, a. a. O., §. 881, (S. 439, B. 2, der deutschen Uebersetzung,) dass man die *Temperatur des kochenden Wassers* nicht genauer, als auf höchstens 0°,06 Réaum. beobachten könne. Im Jahre 1777 hat die Londner Akademie eine Commission niedergesetzt, bei der wieder de Lüc war, die den Auftrag hatte, genauere Untersuchungen über die festen Punkte der Thermometer anzustellen, (siehe *Philos. Transact.*, Vol. 67, p. 816.) Diese Commission hat gefunden, dass öfters an verschiedenen Tagen, an welchen die Barometerhöhe und die übrigen (bemerkten) Umstände genau dieselben waren, das kochende Wasser verschiedene Grade der Hitze erreichte, und dass dieser Unterschied auf 0°,35 F. = 0°,16 R., ja sogar einmahl bis auf 0,8 F. = 0,36 R. ging. Wenn also die Temperatur des kochenden Wassers um 0°,16 hin und her schwankt, so kann es an zwei verschiedenen Tagen, wo die Barometerhöhe um 0,22

engl. Zoll verschieden ist, doch dieselbe Temperatur zeigen. Die Commission sagt, sie wisse dies nicht zu erklären.

Wenn ich nicht sehr irre, läſst sich dieses Phänomen, nach unsern jetzigen Einsichten, vielleicht so erklären. Man weiſs, daſs das kochende Wasser an der Oberfläche des Gefäſses kälter ist, als gegen den Boden, und daſs diese Erkältung durch die Verdunstung entsteht. Es ist wahrscheinlich, daſs das Wasser, wenn das Kochen fortgehen soll, am Boden in dem Maaſse heiſser wird, als es sich oben erkältet; da nun das Thermometer immer nahe an den Boden gehalten wird, so muſs es höher steigen, wenn die Verdunstung stärker ist, und umgekehrt. Wir wissen nun durch Dalton's Versuche, daſs die Verdunstung eine Function der Temperatur, der Expansivkraft der Dünste in der Atmosphäre und des Luftzuges ist; diese Dinge können an verschiedenen Tagen, ungeachtet die Barometerhöhe dieselbe ist, sehr verschieden seyn, und mithin eine verschiedene Verdunstung bewirken. Am leichtesten und sichersten würde sich dieser Einfluſs der Verdunstung durch die Quantität der Verdunstung des kochenden Wassers selbst bestimmen lassen. Je mehr in einer gegebenen Zeit verdunstet, desto höher muſs das Thermometer stehen, voraus gesetzt, daſs die Kugel nahe am Boden des Gefäſses sich befindet. (Vielleicht ist es auch gerade umgekehrt, ich will durch kein Raisonnement den Beobachtungen vorgreifen, sondern nur dar-

auf aufmerkſam machen.) Es wäre ſehr zu wünſchen, daſs hierüber genaue Verſuche angeſtellt würden.

Man könnte vielleicht den obern feſten Punkt der Thermometer am ſicherſten durch die Expanſivkraft des Waſſerdampfes, im leeren Raume, beſtimmen; man müſste dazu eine gewiſſe Expanſivkraft feſt ſetzen.

De Lüc hat, am angeführten Orte, die hier benutzten, und noch mehrere Beobachtungen, ebenfalls ſchon dazu angewendet, eine allgemeine Methode ausfündig zu machen, nach welcher die Temperatur des unter verſchiedenen Barometerhöhen kochenden Waſſers zu beſtimmen iſt. Die Regel, welche er heraus bringt und im §. 961 etwas unmathematiſch vorträgt, läſst ſich allgemein, und in unſern Zeichen, ſo ausdrucken:

$$r = 80 + 49{,}5 \,.\, \log.\, \frac{b}{B}.$$

Um dieſen Ausdruck mit dem unſrigen zu vergleichen, muſs man den irrationalen Theil von No. III in eine Reihe auflöſen. Man findet ſo:

$$r = 80 + 51{,}4 \,.\, \log.\, \frac{b}{B} + 13{,}21 \,.\, \left(\log \frac{b}{B}\right)^2 + 6{,}8 \,.\, \left(\log.\, \frac{b}{B}\right)^3 + \text{u. ſ. w.} \qquad \text{IV}$$

Wenn b und B wenig von einander verſchieden ſind, ſo iſt log. $(b : B)$ eine ſehr kleine Gröſse, wovon man das Quadrat und die höhern Potenzen vernachläſſigen kann. Den Coefficienten von log. $(b : B)$ hat de Lüc etwas kleiner gefunden. Dies

kömmt daher: er hat seine Beobachtungen zum Theil auf sehr hohen Bergen angestellt, wo das Quadrat von log. ($b : B$) nicht mehr vernachläßigt werden darf; da nun in diesem Falle $b < B$, so ist log. ($b : B$) eine negative Gröſse, das Quadrat davon aber positiv; er muſste also, da er den zweiten positiven Terminus wegließ, den ersten negativen etwas zu groſs finden.

Es folgt also hieraus, daſs de Lüc bemerkt hat, daſs die Expansivkräfte der Wasserdämpfe in geometrischem Verhältnisse fortschreiten. Daſs diese Reihe aber nicht genau eine geometrische ist, sondern daſs die Exponenten abnehmen, konnten ihm seine Beobachtungen, die nur auf einen kleinen Zwischenraum in der Temperatur eingeschränkt waren, nicht zeigen.

Obige Formeln für die Temperatur des kochenden Wassers braucht man sehr häufig zur Berichtigung des Siedepunkts der Thermometer, wenn dieser bei einer Barometerhöhe genommen worden ist, die nicht die Normalhöhe ist. In diesem Falle sind b und B immer sehr wenig von einander verschieden, so daſs das Quadrat von log. ($b : B$) in No. IV ganz unmerklich ist. Man kann hier auch aus eben dem Grunde, anstatt des Coefficienten 51,4 die runde Zahl 50 nehmen, und dann hat man die Formel:

$$r = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}, \qquad V$$

Das heiſst: wenn der Siedepunkt eines 80theiligen

Thermometers bei der Barometerhöhe b beſtimmt worden iſt, und er hätte eigentlich bei der Barometerhöhe B beſtimmt werden ſollen; ſo muſs man an den beobachteten Punkt nicht 80, ſondern den Werth von r ſetzen, den dieſe Formel giebt. Für das Celſius'ſche oder neue franzöſiſche 100-theilige Thermometer, deſſen zu ſuchenden Grad ich c nennen will, iſt die Formel:

$$c = 100 + 63 \,.\, \log. \frac{b}{B}.$$

Es wäre, wegen der ſo nöthigen Gleichförmigkeit der Thermometer, ſehr zu wünſchen, daſs man über einen gewiſſen Werth von B überein käme. de Lüc hat es zu 27 pariſer Zoll angenommen, und Lavoiſier und andere pariſer Phyſiker zu 28 Zoll. Dies ſind aber beides ſolche Barometerhöhen, die nur an wenigen, (ſehr hohen und ſehr tiefen,) Orten vorkommen. Am ſchicklichſten wäre es gewiſs, $B = \frac{3}{4}$ Mètres (= 27 Zoll 8,47 Linien pariſ. Maaſs = 29,527 engl. Zoll,) anzunehmen. Dieſe Barometerhöhe iſt an den meiſten Orten der Erde die mittlere und faſt überall zu erhalten. Die ſchon oben erwähnte Commiſſion der Londner Akademie hat ebenfalls die Barometerhöhe 29,5 engl. Zoll feſt geſetzt, und ſo wäre die Vereinigung deſto leichter.

Ich will hier noch eine Formel herſetzen, vermittelſt deren man die Angaben eines Thermometers auf die eines andern reduciren kann. Es ſey B die Barometerhöhe, bei welcher man den Siedepunkt

beſtimmt wiſſen will; ein Thermometer aber, deſſen Siedepunkt bei der Barometerhöhe b beſtimmt worden, zeigte bei einer gewiſſen Beobachtung t Grade; man will wiſſen, wie viel dies nach dem verlangten Thermometer macht, wo ich den zugehörigen Grad x nennen will. — Dann iſt:

$$x = t + \frac{5}{8} \cdot t \cdot \log. \frac{b}{B}.$$

Z. B. bei einer gewiſſen Beobachtung zeigte ein Thermometer, (gleich viel, ob Réaum. oder Celſius,) deſſen Siedepunkt bei der Barometerhöhe 0,72 Mètres $= b$ beſtimmt worden, $96 = t$ Grade; man will wiſſen, wie viel dies nach einem Thermometer macht, deſſen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0{,}75$ Mètres $= B$ genommen worden: ſo findet man, aus dieſer Formel, $x = 94{,}92$. Es muſs bemerkt werden, daſs dieſe Formel allgemein iſt und für jede Abtheilung zwiſchen den zwei feſten Punkten gilt.

Nach dieſer, wie ich hoffe, nicht ganz unnützen, Abſchweifung wollen wir wieder zu Dalton's Beobachtungen zurück kehren.

Das Bisherige gilt bloſs von den Waſſerdämpfen; er ſagt aber Seite 13, zuſolge ſeiner Verſuche ſey „bei gleichen Temperaturunterſchieden der Unter„ſchied in der Expanſivkraft der Dämpfe aller Flüſ„ſigkeiten gleich, in ſo fern von Temperaturen an „gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten „dieſelbe Expanſivkraft haben.“ Eine ſolche Tem-

peratur, bei welcher die Expansivkraft der Dämpfe von allen Flüssigkeiten gleich ist, ist nun nach dem vorher gehenden die, bei welcher eine gegebene Flüssigkeit, unter dem Drucke der Atmosphäre, (in unsern Formeln immer B,) kocht. Dies heifst also in einem Beispiele so: wenn man eine Dampfart hätte, deren Expansivkraft schon bei 65° der des Wassers bei 80°, nämlich 30 Zoll, gleich wäre, so würde die Expansivkraft dieser neuen Dampfart bei 45°, (20 weniger,) schon gleich seyn der des Wasserdampfes bei 60°, (= 80 — 20,) nämlich 11¾ Zoll. Nennt man den Grad, bei welchem eine gegebene Flüssigkeit, nach unserm Thermometer, kocht, R, so wird man durch einiges Nachdenken finden, dafs man, um dieses von Dalton angegebene allgemeine Gesetz in der Formel I auszudrucken, in ihr, anstatt des dortigen r, nur $80 - (R - r)$ setzen darf. Hierdurch wird man finden:

$$\log. e = \log. E - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280}. \qquad \text{VI}$$

Dies ist nun der *allgemeine Ausdruck* und giebt die Expansivkraft jeder Dampfart für jede Temperatur r, so bald man nur weifs, bei welcher Temperatur R, (unter dem hier immer angenommenen Drucke $B = E$,) die Flüssigkeit kocht, aus welcher sie entstanden ist. Will man z. B. die Expansivkraft des Dampfes aus Alkohol, der, nach Dalton, unter dem Drucke 30 Zoll bei 63°,5 kocht, für eine Temperatur r bestimmen, so setzt man blofs

R

$R = 63°,5$ und $E = 30$. Bei Waſſer iſt natürlich $R = 80$.

Hiernach läſst ſich nun auch die Formel III allgemein ausdrucken; ſie iſt ſo:

$$r = R + 100 - \sqrt{\left(10000 - 10280 . \log \frac{b}{B}\right)}. \quad \text{VII}$$

Das heiſst: wenn irgend eine Flüſſigkeit unter der Barometerhöhe B bei der Temperatur R kocht, ſo kocht ſie unter der Barometerhöhe b bei der Temperatur r.

Will man anſtatt des Réaumüriſchen lieber das Celſius'ſche oder 100theilige Thermometer gebrauchen, und nennt den Grad an dieſem Thermometer, bei welchem irgend eine Flüſſigkeit kocht, C, und den andern gegebenen c, ſo ſetzt man in den vorher gehenden Formeln $\frac{4}{5} . c$ anſtatt r, und $\frac{4}{5} . C$ anſtatt R; man wird dann erhalten, anſtatt der Formel VI:

$$\log . e = E - \frac{(250 + C - c)\,(C - c)}{16062}, \quad \text{VIII}$$

und anſtatt der Formel VII:

$$c = C + 125 - \sqrt{\left(15625 - 16062 . \log . \frac{b}{B}\right)}. \quad \text{IX}$$

Setzt man $C = 100$, ſo erhält man die übrigen einfachern Formeln, die nur für Waſſer gelten.

Anwendung des Bisherigen auf die Verdunſtung der Flüſſigkeiten.

Dalton hat gefunden, daſs die Verdunſtung des Waſſers, in trockener Luft, bei verſchiedenen Temperaturen genau im Verhältniſſe der Expanſiv-

kraft des Wafferdampfes bei diefen Temperaturen fteht. Das heifst, wenn man bei der Siedehitze die Expanfivkraft E und die Verdunftung V, und bei der Temperatur r die Expanfivkraft e und die Verdunftung v nennt: fo ift allezeit:

$$v : V = e : E. \qquad \text{X}$$

Wenn man alfo weifs, wie viel Waffer, während einer gewiffen Zeit, bei der Temperatur 80° verdunftet, nämlich V; fo hat man die Verdunftung v bei der Temperatur r, in eben derfelben Zeit, durch die Gleichung:

$$\log. v = \log. V - \frac{(280 - r)\ (80 - r)}{10280}. \qquad \text{XI}$$

Diefes V hat Dalton, nach Verfchiedenheit des Windes, verfchieden gefunden. Es verdunften nämlich, während einer Minute, aus einem runden Gefäfse, deffen Durchmeffer 6 Zoll ift, bei Vermeidung alles Luftzugs 120 engl. Gran, bei mäfsigem Winde 154 Gran und bei ftarkem Winde 189 Gran.

Da die englifchen Maafse und Gewichte aufser diefem Lande nicht üblich find, fo will ich diefe Angaben auf den Mètre und das Gramme reduciren. Ein Verdunftungsmeffer zu meteorologifchen Beobachtungen wird fehr bequem feyn, wenn man ihm einen Durchmeffer von 0,2 Mètres giebt. (Die runde Form ift dem Quadrate vorzuziehen, weil bei diefer Form der Wind fich nicht, wie beim Quadrate, an den Ecken ftöfst, fondern immer gleichförmig über das Gefäfs weggeht, er mag kommen,

von welcher Seite er will.) Nun sind 6 engl. Zoll = 0,1524 Mètres; man muſs alſo, da ſich die Verdunſtungen wie die Oberflächen verhalten, die Zahlen 120, 154 und 189 mit der Zahl $\left(\frac{0,2}{0,1524}\right)^2$ $= \left(\frac{2000}{1524}\right)^2$ multipliciren, um ſie auf einen Verdunſtungsmeſſer von 0,2 Mètres im Diameter zu reduciren. Und da ferner, den Angaben in den *Mém. de l'Academie des Sciences*, An 1767, zufolge, 1 engl. Gran = 0,064743 Gramme iſt, ſo müſſen jene Zahlen mit $\left(\frac{2000}{1524}\right)^2 \cdot 0,064743$ multiplicirt werden, um ſie auf einen Verdunſtungsmeſſer von 0,2 Mètre im Durchmeſſer und auf Grammes zu reduciren. Man wird ſo folgende Werthe für v' finden. Aus einem runden Gefäſse von 0,2 Mètre im Diameter verdunſten in 1 Minute, bei Vermeidung des Luftzugs, 13,380 Gramme, bei mäſsigem Winde 17,171 Gramme, und bei ſtarkem Winde 21,074 Gramme.

Die Formel No. XI ſtellt nun die von Dalton verfertigte Tabelle, (*Annalen*, XV, 133,) dar. Es iſt unnöthig, ſie hier erſt mit dieſer Tabelle zu vergleichen, um die Uebereinſtimmung mit ihr darzuthun; es liegt in der Natur der Sache, daſs ſie in eben dem Grade damit ſtimmen muſs, wie No. . mit der Expanſivkraft.

Dalton hat ferner gefunden, daſs die Verdunſtung aller Flüſſigkeiten im conſtanten Verhältniſſe der Expanſivkraft ihrer Dämpfe erfolgt; und

zwar fo, (wie aus Seite 137 folgt,) dafs bei ihrem Kochen die Verdunftung eben fo ftark ift, als die des kochenden Waffers. Es läfst fich alfo die Verdunftung jeder Flüffigkeit in der Formel No. VI darftellen. Es fey die Verdunftung des kochenden Waffers in 1 Minute v, die Verdunftung einer Flüffigkeit, die bei der Temperatur R kocht, fey bei der Temperatur r, in derfelben Zeit, v; fo ift alfo:

$$\log. v = \log. V - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280}. \qquad \text{XII}$$

Dies wäre alfo, nach Dalton, das *Gefetz der Verdunftung der Flüffigkeiten in trockener Luft.*

Aber Dalton hat hierbei einen fehr wichtigen Umftand vergeffen, nämlich den Einflufs der verfchiedenen Dichte der Luft, oder des Barometerftandes, auf die Verdunftung. Wie er die Sache vorträgt, fcheint die Verdunftung nur allein von der Temperatur abzuhängen; dies ift aber nicht möglich. Wenn man z. B. Waffer von der Temperatur 60° unter eine Luftpumpe fetzt, und die Luft gehörig auspumpt, oder wenn man es auf einen fehr hohen Berg bringt, fo wird es kochen; follte es bei diefem Kochen nicht ftärker verdunften, als vorher in freier Luft und als es der Temperatur von 60° an der Erdfläche zukömmt? Will man diefes läugnen, fo widerfpricht man geradezu der obigen Erfahrung, nach welcher alle Flüffigkeiten bei ihrem Kochen gleich ftark verdunften. Es ift um fo mehr zu verwundern, dafs

Dalton diesen Umstand übersehen hat, da selbst nach seiner physikalischen Theorie der Verdunstung, (S. 127,) die Dichte der Luft grosen Einfluss darauf haben muss. Glücklicher Weise setzen uns Dalton's Versuche selbst in den Stand, diese wichtige Lücke auszufüllen; und ungeachtet es den Anschein hat, als würde dadurch die Sache sehr verwickelt werden, so wird sie nur noch zusammen hängender, und in so fern einfacher, wie wir gleich sehen werden. *)

Dalton hat gefunden, dass die Verdunstung aller Flüssigkeiten bei ihrem Kochen gleich, und, von dieser Temperatur an gerechnet, der Expansivkraft ihrer Dämpfe proportional ist. Man braucht also, um auf den Einfluss Rücksicht zu nehmen, welchen die verschiedenen Barometerhöhen auf die Verdunstung der Flüssigkeiten haben, nur in der Formel No. XII das R, bei einer und derselben Flüssigkeit, nicht constant, sondern der jedesmahligen Barometerhöhe gemäss anzunehmen. Man darf demnach bei Wasser z. B. nur dann $R = 80$ setzen, oder die Formel No. XI brauchen, wenn während des Versuchs die Barometerhöhe der gleich war, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Wasser auf eine so grosse Höhe gebracht, wo es bei derselben Tempera-

*) In dieser Abweichung von Dalton kann ich nicht anders, als dem Herrn Verf. beistimmen.

d. H.

tur kocht, als Weingeift auf der Pläne, wird dafelbft eben fo verdunften, wie Weingeift bei gleichen Temperaturen unten. Will man die Verdunftung des Waffers auf dem Montblanc unterfuchen, wo es bei 69° kocht, fo mufs $R = 69^{\circ}$, und nicht 80 gefetzt werden.

Wenn man die Barometerhöhe weifs, fo braucht man R nicht unmittelbar zu beobachten, fondern man berechnet es durch die Formel No. III. Da man aber dergleichen Beobachtungen felten an fo fehr hohen Orten machen wird, fo findet man R mit hinreichender Genauigkeit aus der Gleichung $R = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$. Setzt man diefen Werth in die Formel No. XII, fo hat man:

$$\text{XIII} \qquad \log. v = \log. V - \frac{(280 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)(80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)}{10280}.$$

Das heifst: wenn v die Verdunftung des kochenden Waffers ift, und man braucht ein Thermometer, deffen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B beftimmt worden, fo ift die Verdunftung des Waffers, bei der Barometerhöhe b und der Temperatur r, v. Oder ganz allgemein: wenn G der Grad ift, bei welchem irgend eine Flüffigkeit unter der conftanten Barometerhöhe B, (die immer die des Siedepunkts des Thermometers ift,) kocht, fo hat man aus No. VII $R = G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$; und daher die Verdunftung diefer Flüffigkeit, bei der Baro-

meterhöhe b und der Temperatur r, durch die Gleichung: XIV $\log. v = \log. V -$

$$\frac{(200 + G + 50 \,.\, \log. \frac{b}{B} - r)\ (G + 50 \,.\, \log. \frac{b}{B} - r)}{10280},$$

wo für Waſſer immer $G = 80$ iſt.

Dalton's Tabelle für die Verdunſtung des Waſſers iſt alſo nicht allgemein, ſondern ſie gilt nur für den Barometerſtand 30 engl. Zoll, bei dem er den Siedepunkt ſeines Thermometers beſtimmt hat.

Das Bisherige gilt bloſs für die Verdunſtung der Flüſſigkeiten in ganz trockener Luft, in *feuchter* hat Dalton das Geſetz gefunden: „Die Kraft der „Verdunſtung iſt immer gleich der Expanſivkraft „des Dampfes aus dem verdunſtenden Waſſer, we„niger der Expanſivkraft des ſchon in der Atmo„ſphäre vorhandenen Waſſerdampfes."

Hier braucht man nun die Expanſivkraft des Waſſerdampfes, bei der Verdunſtung des Waſſers, in *freier Luft*. Hier gilt nicht die Formel I, ſondern dieſe Expanſivkraft hängt auch von der Barometerhöhe ab. Denn die Expanſivkraft beim Kochen muſs der jedesmahligen Barometerhöhe (b) gleich ſeyn; und da wir immer ein Thermometer voraus ſetzen, deſſen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B beſtimmt worden, ſo muſs auch im zweiten Theile der Formel I unſer R, (welches $= 80 + 50 \,.\, \log. \frac{b}{B}$,) anſtatt 80 geſetzt werden. Wenn

nun e die Expanſivkraft des Waſſerdampfes in freier Luft bei der Temperatur r iſt, ſo iſt:

$$\log. e = \log. b - \frac{(200 + R - r)\ (R - r)}{10280}. \qquad \text{XV}$$

Um die Expanſivkraft derjenigen Waſſerdämpfe zu finden, welche ſchon in der Atmoſphäre verbreitet ſind, muſs man wiſſen, bei welcher Temperatur, als Minimum, ſie noch eine ſolche Expanſivkraft haben, daſs ſie ſich halten können; oder, mit andern Worten, bei welcher Temperatur ſie ſich wieder condenſiren. (Wenn nämlich eine gewiſſe Quantität Waſſerdämpfe einmahl in der Luft verbreitet iſt, ſo behalten ſie, bei Temperaturen, die nicht zu ſehr von einander verſchieden ſind, ſehr nahe dieſelbe Expanſivkraft; indem ſie alsdann, nach Gay-Luſſac und Dalton, durch Wärme nicht ſtärker als Luft ſelbſt dilatirt werden. Aus dieſer bekannten Dilatation könnte man die Veränderung der Expanſivkraft berechnen; da aber, nach Dalton, der Condenſationspunkt nur höchſtens 10° F. = $4\frac{4}{9}$° R. von der Temperatur der Atmoſphäre verſchieden iſt, ſo übergehe ich dieſe Correction.*)) Um dieſe Temperatur zu finden, hat Dalton eine ſehr einfache Methode,

*) Will man ſie doch anbringen, ſo heiſst die Formel XVI ſo:

$$\log. \varepsilon = \log. b \left(1 + \frac{r - G}{210}\right) - \frac{(2000 + R - G)\ (R - G)}{10280},$$

wo r die Temperatur der Luft, und der Diviſor 210 nach Gay-Luſſac iſt. *S.*

(vielleicht das einzige Hygrometer,) erfunden, die man Seite 129 nachlesen muſs. Weiſs man dieſe Temperatur, die ich künftig immer G nennen werde, ſo kann man die Expanſivkraft ε der Dünſte in der Atmoſphäre durch die vorige Gleichung finden, indem man daſelbſt G für r ſetzt; oder man hat:

$$\log. \varepsilon = \log. b - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280}. \quad \text{XVI}$$

Dalton's Methode, die Expanſivkraft der Dämpfe in der Luft zu finden, gilt ebenfalls nur bei der Barometerhöhe 30 Zoll.

Es iſt alſo, nach dem Bisherigen, die Kraft der Verdunſtung in feuchter Luft $= e - \varepsilon$. Da ſich nun, nach X, die Verdunſtungen wie die Expanſivkräfte verhalten, ſo iſt die wirkliche Verdunſtung $= V . \frac{e - \varepsilon}{b}$. Iſt nun v die Verdunſtung bei der Temperatur r und φ die bei der Temperatur G, ſo iſt, (nach X,) $\frac{e}{b} = \frac{v}{V}$ und $\frac{\varepsilon}{b} = \frac{\varphi}{V}$; es iſt alſo in feuchter Luft die *Verdunſtung* $= v - \varphi$. Hieraus flieſst nun folgende Regel: „Nach der Formel No. XII berechnet man mit r die Verdunſtung „v, und mit G die Verdunſtung φ, ſo hat man $v - \varphi$, „oder die Verdunſtung in feuchter Luft." Am bequemſten kann dies ſo berechnet werden: man ſetzt

$$3 - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280} = \log. m \text{ und}$$

$$3 - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280} = \log. n,$$

ſo iſt $v - \varphi = V \frac{m - n}{1000}$, XVII

wo $R = 80 + 50 . \log. \frac{b}{B}$ iſt, wenn b die jedes-

mahlige Barometerhöhe und B die des Siedepunkts des gebrauchten Thermometers bedeutet, im Falle die verdunſtete Füſſigkeit Waſſer iſt. Iſt ſie dagegen irgend eine andere, ſo ſetzt man in dem Werthe für m, $R = G + 50 \,.\, \log. \frac{b}{B}$. In dem Werthe für n bleibt auch in dieſem Falle der erſte Werth für R, weil man voraus ſetzt, die Dämpfe in der Atmoſphäre ſeyen bloſs Waſſerdämpfe.

Dies wäre alſo *die vollſtändige Theorie der Verdunſtung*. Wir wollen nun vermittelſt unſrer Formeln die zwei Aufgaben auflöſen, welche Dalton S. 135 durch ſeine Tabellen aufgelöſt hat.

Aufgabe I. Die Temperatur G, bei welcher die wäſſerige Atmoſphäre ſich zu condenſiren anfängt, und die Temperatur der Luft n, (es wird voraus geſetzt, ſie ſey mit der des verdunſtenden Waſſers einerlei,) ſeyen gegeben; die Menge Waſſer zu finden, welche aus einem cylindriſchen Gefäſse von 6 Zoll im Diameter in 1 Minute verdunſtet, $v - \varphi$.

Auflöſung. Dieſe Aufgabe haben wir ſo eben aufgelöſt, wir wollen hier nur das von Dalton gewählte Beiſpiel berechnen. Wir wollen voraus ſetzen, die Barometerhöhe ſey 30 Zoll, ſo daſs alſo, nach Dalton's Thermometer, $R = 80$ wird. Es ſey nun ferner, wie am angeführten Orte, $G = 52°$ F. $= 8\frac{8}{9}$ R., $r = 66$ F. $= 15\frac{1}{9}$ R.; und, da ein mäſsiger Wind herrſchen ſoll, $v =$ 154 Gr. Mit dieſem r ergiebt ſich $m = 21,2805$,

und mit G, $n = 13,3232$, und so findet sich $v - \varphi = 1,225$ Gran. Dalton hat vermittelst seiner Tabelle gefunden, $v - \varphi = 1,21$ Gran. Der Unterschied ist ganz unbeträchtlich und rührt von der Abweichung der Formel No. I von der dortigen Tabelle her.

Aufgabe II. Es sey durch einen Versuch die Gröſse der Verdunstung in 1 Minute, die w heiſsen soll, die Temperatur der Luft r, und die Barometerhöhe b bekannt; den Punkt der Condensation G der wässerigen Atmosphäre und ihre Expansivkraft ε zu finden.

Auflösung. Man suche erst die Verdunstung v, die in vollkommen trockener Luft bei der Temperatur r und der Barometerhöhe b erfolgt seyn würde, durch die Gleichung No. XII, wo R den bekannten Werth hat. Dann hat man, den vorher gehenden Sätzen gemäſs:

$$G = R + 100 - \sqrt{\left(10000 + 10280 \,.\, \log. \frac{V}{v - w}\right)}, \text{XVIII}$$

und $\varepsilon = b \,.\, \frac{v - w}{V}$, oder $\log. \varepsilon = \log. b - \log. \frac{V}{v - w}$.

Beispiel. Anstatt des hier von Dalton fingirten Beispiels wollen wir ein wirkliches, aus dessen meteorologischen Beobachtungen, (*Annalen*, XV, 204,) nehmen. Im August 1801 war die mittlere Verdunstung in 1 Minute 0,91 Gran $= w$, die mittlere Temperatur war, (aus Mittag und Mitternacht Beobacht.,) $63° =$ F. $= 13\frac{7}{9}$ R. $= r$, die mittlere Barometerhöhe 29,88 Zoll $= b$. Der Verdunstungsmesser steht sehr frei, man muſs daher

$V = 189$ Gran annehmen. Dalton hat den Siedepunkt feines Thermometers bei 30 Zoll beftimmt, es ift alfo $B = 30$.

Mit diefen Datis findet man $R = 79°,913$, und dann $v = 3,667$ Gran, $G = 9°,99 = 54,48$ Fahr. und $\varepsilon = 0,436$ Zoll. Dalton hat, vermittelft feiner Tabellen, gefunden: $G = 54°,3$ F. und $\varepsilon = 0,433$. Der Unterfchied rührt theils von der Abweichung der Formel I von Dalton's Tabelle, theils, und vorzüglich, daher, dafs Dalton keine Rückficht auf die Barometerhöhe genommen hat. Nach der wirklichen Beobachtung, die man für fehr genau zu halten hat, da fie ein Mittel aus einem ganzen Monate ift, war aber $G = 54°,5$ F., alfo faft vollkommen fo, wie unfre Rechnung es angiebt.

Beftimmung der Quantität der Verdunftung beim Kochen des Waffers.

Da vermuthlich mehrere Phyfiker die Verdunftung des kochenden Waffers unterfuchen werden, fo wird es nicht unnütz feyn, hier das dabei nöthige Verfahren zu zeigen. Bei diefen Verfuchen mufs das Gefäfs mit Waffer auf einer genauen Wage gewogen werden; es darf daher, und auch fchon des Kochens wegen, nicht zu grofs feyn. Sehr fchicklich wird es feyn, demfelben einen Durchmeffer von 0,1 Mètre zu geben. (Das von Dalton hierzu angewandte hatte 3,25 engl. Zoll im Durchmeffer.) Man braucht dann die damit gefundenen Verdun-

ſtungen, um ſie auf ein Gefäſs von 0,2 Mètre zu reduciren, nur mit 4 zu multipliciren; weil $(0,1)^2 : (0,2)^2 = 1 : 4$.

Da, nach Dalton, die Verdunſtung aller Flüſſigkeiten bei ihrem Kochen, und alſo auch die des Waſſers, wenn es bei verſchiedenen Barometerhöhen kocht, gleich iſt; ſo iſt es, in Rückſicht auf die Verdunſtung in trockener Luft, einerlei, bei welcher Barometerhöhe der Verſuch angeſtellt wird. Aber weil der Verſuch immer in mehr oder weniger feuchter Luft unternommen werden muſs, und man doch die Verdunſtung V in ganz trockener Luft haben will, ſo wird die Verdunſtung etwas zu geringe gefunden werden.

Wenn die in feuchter Luft gefundene Verdunſtung V' heiſst und die wahre in trockener Luft V, und wenn während des Verſuchs der Condenſationspunkt G iſt; ſo findet man, vermittelſt der Gleichung XVII und der dortigen Hülfsgröſsen m und n, $V = V' \cdot \frac{1000}{m-n}$. Aber in dieſem Falle muſs immer die Temperatur des verdunſtenden Waſſers, oder r, (weil es kocht,) $= R$ ſeyn; es iſt alſo beſtändig log. $m = 3$, daher $m = 1000$, und folglich:

$$V = V' \cdot \frac{1000}{1000-n}.$$

Für die Gröſse n muſs R entweder unmittelbar beobachtet oder nach No. V berechnet werden; wo, wie bekannt, b die Barometerhöhe während

des Verſuchs, und B die des Siedepunkts des Thermometers bedeutet.

Da die Sache noch neu iſt, ſo wird es gut ſeyn, wenn ich ein Beiſpiel einer ſolchen Berichtigung herſetze. Geſetzt, man habe die Verdunſtung des kochenden Waſſers aus einem Gefäſse von 0,1 Mètre im Diameter, während einer Minute, 4 Grammes $= V'$ gefunden. An dem Tage und dem Orte ſey die Barometerhöhe 0,7 Mètre $= b$ geweſen, der Siedepunkt des Thermometers ſey bei 0,75 Mètres $= B$ beſtimmt worden, und der Condenſationspunkt der Dünſte in der Luft möge 15° $= G$ geweſen ſeyn. Mit b und B findet man $R = 78°,51$ und dann $n = 23,552$, und endlich $V = 4,0965$ Gramme; macht für einen Verdunſtungsmeſſer von 0,2 Mètres 16,386 Gramme. Der Unterſchied iſt alſo gar nicht unbeträchtlich. Dalton erwähnt dieſe Berichtigung gar nicht; und da ich den Condenſationspunkt und die Barometerhöhe während ſeines Verſuchs nicht weiſs, ſo kann ich ſie hier auch nicht nachhohlen. Indeſſen hat er doch bei der Tabelle Seite 133 die Zahlen 120, u. ſ. w., etwas gröſser angegeben, als ſie nach den Verſuchen ſeyn ſollten; er hat alſo doch, vielleicht bloſs empiriſch, darauf Rückſicht genommen.

Allgemeines Reſultat.

Wenn irgend eine Flüſſigkeit unter dem Drucke β kocht, ſo hat ſie bei dieſer Temperatur eine Ex-

panſivkraft β und eine Verdunſtung V, welches V durch Verſuche gefunden werden muſs, und für alle Flüſſigkeiten daſſelbe iſt. Wenn dann bei irgend einer andern Temperatur, die um u Grade unter der vorigen iſt, (wenn es darüber iſt, ſo iſt u negativ,) die Expanſivkraft e, und die Verdunſtung v heiſst; ſo findet immer die Gleichung Statt:

$$\log. \frac{\beta}{e} = \log. \frac{V}{v} = \frac{(200 + u)\, u}{10280},$$

und zwar u in ſolchen Wärmeräumen, nach dem Geſetze der Dilatation des Queckſilbers ausgedruckt; deren der Wärmeraum vom Eispunkte des Waſſers bis zu deſſen Siedepunkte, unter der Barometerhöhe β, 80 enthält.

Dieſes *allgemeine Geſetz* folgt aus Dalton's Beobachtungen. Es iſt zu natürlich, und die einzelnen Theile deſſelben hängen zu genau zuſammen, als daſs man Urſache hätte, es zu bezweifeln. Aber nie muſs man, in einer empiriſchen Wiſſenſchaft, es für überflüſſig halten, gefundene Thatſachen noch weiter zu beſtätigen; und daher wäre es zu wünſchen, daſs auch über dieſen Gegenſtand noch fernere Verſuche angeſtellt würden. Indeſſen kann ich doch, aus Liebe zur Wiſſenſchaft, den Wunſch nicht unterdrücken, daſs dieſe Verſuche mit groſser Sorgfalt, ſehr genauen Inſtrumenten, und — vorzüglich ohne Vorurtheil — angeſtellt werden möchten. Man kann z. B. die vermuthliche Natur und die Eigenſchaften des Wärmeſtoffs, (eines Dinges, welches niemand kennt,) fürs erſte hier ganz gut aus dem Spiele laſſen.

Ueberhaupt, es wäre ſehr zu wünſchen, daſs Phyſiker ſich bloſs damit begnügten, die Modificationen der Körper, welche ihre gegenſeitigen Wirkungen unter dieſen und jenen Umſtänden hervor bringen, und die Geſetze dieſer Modificationen, zu erforſchen; die Raiſonnements über die Eigenſchaften der Materie an ſich, (Urſachen dieſer Wechſelwirkung,) könnten ſie füglich den Philoſophen *à la Descartes* überlaſſen. Diejenigen ſo genannten phyſikaliſchen Erklärungen der Phänomene, wozu man Wärmeſtoff, Lichtſtoff, Feuerſtoff, Gravitationsſtoff, (le Sage's *Corpuscules gravifiques*,) und wer weiſs was noch für Phantome erſchaffen muſs, ſchaden der Wiſſenſchaft unendlich viel. Man bildet ſich ein, durch ſolche Dinge etwas zu wiſſen, und weiſs nichts. Gerade dies iſt es, was zur Zeit der Scholaſtiker den Wiſſenſchaften ſo ſehr im Wege ſtand, und ſie zu leeren Grillenfängereien herab würdigte. Es wäre, um nur ein Beiſpiel anzuführen, viel beſſer geweſen, man hätte vor Torricelli aufrichtig geſtanden, man wiſſe nicht zu erklären, warum eine Saugpumpe Waſſer zieht, als daſs man es einer *fuga vacui* zugeſchrieben hat; die Wahrheit wäre ſo vielleicht tauſend Jahre früher an den Tag gekommen.

Dieſe *fuga vacui* iſt, als eine *qualitas occulta*, die man heut zu Tage nicht mehr *annimmt*, in ſehr übeln Ruf gekommen. Um ihr wieder Credit zu verſchaffen, müſste man ſie moderniſiren und eine

mate-

materia occulta daraus machen; man könnte sie dann, unsern grossen deutschen Puristen zu gefallen, *Gegenleerheitsstoff* nennen. Die Sache scheint freilich nicht ohne Schwierigkeit zu seyn: da aber einige Physiker gemeint haben, der Wärmestoff sey absolut leicht, und andere sogar der Meinung waren, er sey negativ schwer; so hat man es wohl mit den occulten Materien nicht so genau zu nehmen, als mit den andern, bei denen man Schwere für eine *conditio sine qua non* hält.

V.

Auf der Reise.

BEMERKUNGEN

über

DALTON'S *Versuche über die Expansivkräfte luft- und dampfförmiger Flüssigkeiten, und über die für die Hygrometrie und Eudiometrie daraus gezogenen Folgerungen,*

vom

Hofrath PARROT,

Prof. der Physik auf der Universität zu Dörpat.

Der Schreck, hochgeehrtester Freund, den Sie mir mit Dalton's Versuchen und Lehrsätzen einjagen wollten, ist, Gottlob! vorbei. *) Auf meiner Schulreise, die ich Ihnen im letzten Briefe ankündigte, erhalte ich von Freund Grindel die mir noch damahls fehlenden Hefte Ihrer Annalen. Auf der Reise erhalte ich sie; auf der Reise will ich es versuchen, über diese Materie noch mehr Licht zu verbreiten, und halten Sie es dem Freunde der Wahrheit zu gute, wenn er seinem Freunde vielleicht widersprechen muss. **)

*) Dies bezieht sich auf eine vorläufige Nachricht von Dalton's Versuchen in einem meiner Briefe an Herrn Prof. Parrot. *d. H.*

**) Herrn Prof. Parrot zu einer solchen Wider-

Sie werden sehen, dass ich richtig prophezeihte: 1. Dalton hat nicht völlig richtig experimentirt; 2. wären seine Versuche auch ganz richtig, so sind die Folgerungen desshalb noch nicht legitim.

Ich werde diese beiden Behauptungen erweisen, so gut als die Reise und die Geschäfte es erlauben, und überlasse es Ihrem physikalischen Gewissen, es dann zu verantworten, warum Sie solche Ketzereien ohne Remedur vom englischen auf den deutschen Grund und Boden herüber lassen konnten. *) Das Beste ist, dass Sie mich bei Zeit warnten; ich danke Ihnen sehr dafür; sonst hätte ich ungehört verurtheilt werden können.

legung zu veranlassen, war mit ein Zweck der Bemerkungen, mit denen ich Dalton's Abhandlungen begleitete. Wie aus der Folge erhellt, war Herrn Prof. Parrot Heft 2., Band XV, der Annalen noch unbekannt, als er diesen Brief schrieb.
d. H.

*) Ich glaube, was Dalton's Untersuchungen betrifft, das Meinige gethan zu haben, um mich und den Leser über die Zuverlässigkeit der Versuche und die Gültigkeit der Folgerungen im Allgemeinen zu orientiren, ohne gerade den Leser im Urtheilen vorzugreifen, wozu ich mich bei Aufsätzen über so streitige Materien am wenigsten berechtigt halten möchte. Auch bezieht sich Herrn Professor Parrot's Aeusserung größten Theils auf einen Punkt, der für mich damahls von keiner großen Wichtigkeit war, den er aber in gegenwärtiger Widerlegung der Dalton'schen Sätze, *so fern sie seine*

Ich nehme demnach das erste Stück des XVten Bandes Ihrer Annalen zur Hand, wo die Versuche Dalton's erzählt werden; dann werde ich die in derselben Abhandlung und in der des XIIIten Bandes angeführten und gezogenen Schlüsse in Anspruche nehmen.

1. *Von den Versuchen* Dalton's.

Die Füllung von Dalton's Barometer ist, in meinen Augen wenigstens, verdächtig. Wenn das Quecksilber auch noch so gut ausgekocht ist, so kann man es doch in der Röhre nicht als durchaus luftfrei ansehen, denn das Hineingiessen desselben in die Röhre bringt es in sehr genaue und umständliche Berührung mit der Luft, wo es Gelegenheit hat, sich damit zu verbinden. Ich habe eine Art

eigne Theorie angreifen, besonders heraus hebt. „Meine Sätze", (schreibt mir Herr Prof. Parrot in einem andern Briefe,) „beruhen auf unmittelbaren „Erfahrungen. Sie vertragen sich mit Dalton's „Versuchen, einen einzigen ausgenommen, wel„cher Dämpfe unter dem Frostpunkte anzeigt, und „dessen Fehler ich gezeigt habe, recht gut. Aber „Dalton's Hypothesen widersprechen allen mei„nen Erfahrungen, die ungleich zahlreicher und „vielseitiger sind, und selbst mit allen vorher ge„henden Erfahrungen Priestley's, Fontana's, „de Lüc's und Saussüre's auf das schönste „harmoniren. Wir sind also in offner gelehrter „Fehde, und ich freue mich darüber. — — —"

d. H.

von Baader'scher Luftpumpe, deren ich mich bediene, um die Luft, die sich bei Aufhebung des Drucks der Luft vom Quecksilber entwickelt, durch Entzündung mit Phosphor recht sichtbar zu machen. Auch wenn das Quecksilber vorher ausgekocht war, habe ich ein beträchtliches Leuchten des Phosphors wahrgenommen. Man weiss ohne dies, dass minder gut ausgekochte Barometer im Dunkeln leuchten durch die Friction des Quecksilbers, welches ohne Sauerstoffluft nicht geschieht. Ich halte es also für unmöglich, mit Dalton's Füllungsart ein luftfreies Barometer zu erhalten. Sein Versuch, dass bei Neigung des Barometers das äusserste Ende sich mit dem schwimmenden Wasser anfüllt, beweiset gar nichts. Es ist ohnehin schon gezeigt worden, (der Name des Autors entfällt mir, und ich habe keine Bücher bei der Hand,) dass man durch auskochen der Flüssigkeiten im luftleeren Raume mehr Luft aus denselben zieht, als durch kochen im luftvollen Raume. Angenommen, dass also noch etwas Luft im Dalton'schen Barometer war, so musste diese Luft bei dem Neigen, das heisst, bei Wiederherstellung des atmosphärischen Drucks, vom Quecksilber und noch mehr vom Wasser jedes Mahl verschluckt und beim Aufrechtstellen wieder frei werden. *Wir müssen also voraus setzen, dass bei den nachherigen Anzeigen und Zahlen* Dalton's *sich immer eine, C, befindet, die alle Resultate seiner Versuche erhöhet.* Dalton selbst musste das gefühlt haben; sonst hätte

er ſeine Barometerröhre nicht erſt *nach dem Füllen* graduirt. War ſein Torricelli'ſcher Raum luftleer, ſo muſste er ſich eine beſtändige Lage ſeiner Röhre und eine conſtante Queckſilberhöhe *) im Gefäſse verſchaffen, und dann von da aus, (von unten an,) die Eintheilung auftragen. Behielt er aber Luft in ſeiner Röhre, ſo half dieſe Vorſicht nichts. Daſs er ſeine Röhre erſt füllte, und dann, (wahrſcheinlich von oben her nach einem andern beſtändigen und gut gefüllten Barometer,) graduirte, zeigt von ſeiner Seite offenbar ein eignes Miſstrauen zu ſeiner Füllungsmethode. Es thut mir leid, ſolche Schwierigkeiten in dieſer Unterſuchung zu zeigen; allein ſie liegen darin, und es iſt Pflicht des aufrichtigen Mannes, ſie zu zeigen, unbekümmert, ob die Arbeit dadurch erſchwert werde oder nicht.

Die Schwierigkeiten wachſen beträchtlich, wenn man Dalton's Erwärmungsmethode be-

*) Dies letztere war leicht, da man für einzelne Verſuche ein ſehr weites Gefäſs nehmen konnte, und einem engliſchen Phyſiker in der Regel gröſsere Quantitäten Queckſilber zu Gebote zu ſtehen pflegen. Ich habe jetzt ein ſehr gutes Barometer nach des verſtorbenen Mechanicus Voigt Manier, wo die Prinziſche Fläche 4″ im Quadrate hält; es kann um 30″ fallen ohne merklichen Fehler; (das heiſst, eine ſolche Fläche reicht bis auf den Fall, da der Druck der Luft ganz aufhört.)

Parrot.

trachtet. Ich behaupte, und tausend Erfahrungen haben mir diesen Satz gelehrt, dass diese Erwärmungsmethode sehr fehlerhaft ist. Es erfordert gewiss mehrere Stunden, um dem innern Raume einer Glasröhre, besonders einer gewöhnlichen dicken Barometerröhre, die Temperatur des umgebenden Mittels zu verschaffen. Hier einige Beispiele, welche dieses lehren. Ein Thermometer mit einer kleinen Kugel, von Adams, das sonst etwa nur um $\frac{1}{4}^{\circ}$ von meinem feinen Thermometer abweicht, aber in eine Glasröhre als Badethermometer gesetzt ist, steht in der Luft, bei Variationen der Temperatur wenigstens um ein paar Grade zurück, so wohl im Ab- als im Zunehmen, und doch hat die äussere Glasröhre unterhalb ein Loch. In meinem geheizten Ofen, in welchem ich mich nicht traue ein Thermometer eine Minute lang zu lassen, weil dessen Temperatur die des siedenden Wassers weit übertrifft, lege ich eine etwas dicke Flasche mit 5 bis 6 Drachmen Phosphor ganz unbesorgt hinein, die Luft dehnt sich nicht so schnell aus, dass die Blase, welche die weite Oeffnung schliesst, platzte, und der Phosphor schmilzt erst nach einer Viertelstunde. Zum Kochen braucht es über eine Stunde.

Man bedenke nun, wie unvollkommen die Temperatur in die Dalton'sche Barometerröhre dringen wird, wenn es $\frac{1}{4}$ Stunde braucht, um $+32^{\circ}$ in einem Glase hervor zu bringen, zur Zeit, da die äussere Temperatur gewiss über 120° ist. Freilich hat Dalton Wasser anstatt Luft zum umge-

benden Mittel gebraucht, und fo kam er der Wahrheit viel näher, als diefe meine Betrachtung anzuzeigen fcheint. Allein man bedenke, dafs das Waffervolum eingefchränkt ift, dafs die kältere Röhre die Temperatur des Ganzen erniedrigen mufste, dafs die Barometerröhre gewöhnlich viel dicker von Glas ift, als eine Flafche, und dafs, wenn Dalton z. B. ¼ Stunde Zeit liefs, um den Uebergang der Temperatur zuzulaffen, die umgebende Flüffigkeit von aufsen, befonders bei beträchtlichen Temperaturunterfchieden zwifchen dem umgebenden Waffer und der Luft, erkalten müfste.*) Sollten Dalton's Verfuche als Fundamentalverfuche anzufehen feyn, fo müfste uns Dalton, (gleichfalls durch Verfuche,) zeigen, dafs der Uebergang der Temperatur wirklich Statt fände. — Dafs die Refultate feiner Arbeit ziemlich gleichförmig ausfielen, beweifet nicht für ihre abfolute Richtigkeit. Dazu durfte nur Dalton die Zeit zum Uebergange der Temperatur immer gleich nehmen.**)

*) Wie Dalton bei diefem Apparate die Siedehitze erhalten konnte, ift mir doch auch völlig unbegreiflich, wenn er nicht das Waffer mit Salz impregnirte, oder Oehl, oder Queckfilber ftatt Waffer brauchte. That er aber eins von beiden, fo war es Pflicht, die Nachricht davon mitzutheilen.

Parrot.

**) Mir fchien für diefe Richtigkeit ganz befonders die Uebereinftimmung der Refultate von Dalton's Verfuchen über die Dilatation der Gasarten

Auch die Uebereinstimmung mit den Versuchen unter der Glocke der Luftpumpe beweist nichts; denn diese Methode hat Fehler, welche mit denen des andern Dalton'schen Apparats ganz ähnliche Resultate liefern müssen. Beim Luftpumpenapparat findet nicht die Temperatur des siedenden Wassers in der Glocke, sondern nur in der Flasche Statt. Die Erkältung von aussen, die sich durch den Niederschlag von Dampf zeigt, läst es nicht zu. Mithin haben Sie hier in dem Raume, welcher die Temperatur haben sollte, in der die Elasticität gemessen wird, nicht die gehörige Temperatur, sondern eine geringere, wie in der Barometerröhre. Warum stellte Dalton nicht sein Thermometer in den Dampf unter der Glocke? Warum in heisses Wasser?

Sie sehen also, hochgeehrtester Freund, dass Dalton's Verfahren bei weitem nicht fehlerfrei ist, und ich behaupte demnach dreist, dass die Methode des Professors Schmidt, überhaupt die Methode, das Thermometer in das Gefäss selbst, worin die Luft oder der Dampf barometrisch gemessen werden soll, zu stellen, die einzige heilbringende

durch Wärme, (*Annalen*, XII, 310,) welche auf ähnliche Art angestellt wurden, mit den Versuchen Gay-Lussac's und anderer Physiker, (*Annalen*, XIV, 266,) zu sprechen; und so gegründet auch Herrn Prof. Parrot's Bemerkungen sind, so möchte ich doch eben deshalb noch immer glauben, dass beide Gründe keinen sehr bedeutenden Fehler in Dalton's Versuche gebracht haben. *d. H.*

Methode ist. Sie selbst haben etwas ähnliches in Ihren Bemerkungen gefühlt, haben sich aber durch das Uebereinstimmende in den Dalton'schen Versuchen verleiten lassen, ihm gegen so viele andere Physiker Recht zu geben. *) So viel im Ganzen von der Experimentirmethode Dalton's.

Erlauben Sie mir, ehe ich auf die Sätze übergehe, dass ich noch über Dalton's Resultate beim Frierpunkte etwas sage. Ich setze bei Dalton Richtigkeit der Beobachtung voraus, läugne also die Wahrheit des Resultats nicht; aber der Versuch ist dennoch falsch. Dalton beging, wie ich eben gezeigt habe, zwei Fehler: den ersten mit der unvollkommenen Leere, welche eine constante Grösse in alle seine Resultate hinein bringt; den zweiten durch schlechten Uebergang der Temperatur. Angenommen, Dalton habe in einer Lufttemperatur von 12 bis 15° R. gearbeitet, wie es wahrscheinlich ist, so giebt es eine Temperatur der Versuche, wo diese beiden Fehler sich aufheben, (vielleicht bei 25 bis 30° R.,) und oberhalb welcher der zweite, unterhalb der erste Fehler die Oberhand hat, doch nur bis zu 12 bis 15°, nämlich bis zur Lufttemperatur. Unter dieser summi-

*) Vergl. die vorige Anmerk. Auch die Gründe, welche aus Herrn Soldner's Berechnungen auf S. 57 für die Richtigkeit von Dalton's Versuchen von 0° bis 80° R. Temperatur folgen, verdienen hier berücksichtigt zu werden. *d. H.*

ren sich die beiden Fehler, weil dann in der Barometerröhre nicht mehr Erwärmung, sondern Erkältung hervor zu bringen ist, sie folglich ihre natürliche Wärme an das umgebende Wasser abgeben, und thut sie das unvollkommen, etwas wärmer als das Wasser bleiben muſs, wodurch ein gröſseres Resultat, als es sollte, hervor gebracht wird. Beim Punkte o, das heiſst also, wo das Wasser eben gefrieren wollte, war so die innere Röhre vielleicht noch um $\frac{1}{2}^{\circ}$ R. über dem Frierpunkte warm. Setzt man dazu noch den Fehler des constanten Ueberflusses, so ist kein Wunder, daſs Dalton für 32° F. ein Resultat erhielt, wornach in dieser Temperatur sein eingebildeter Dampf 0,2 Zoll Quecksilber trug. *) Ich habe nicht Zeit genug, die Dalton'schen Resultate einzeln zu vergleichen, um den Einfluſs beider angezeigten Hauptfehler

*) Dalton fülle seine umgebende Röhre mit Schnee von 4 bis 5° R, lasse ihn darin schmelzen, fülle darauf solchen Schnee nach, bis das Gefäſs mit Wasser von 0° voll ist, werfe ferner etwas Kochsalz hinein, um die Temperatur wieder zu erniedrigen, und passe dann die Zeit ab, da alles die Temperatur o anzeigen wird; so kommt gewiſs ein anderes Resultat zum Vorschein. Was noch da stehen wird an Quecksilberhöhe, ist die constante Gröſse für die übrig gebliebene Luft, welche für die übrigen Temperaturen berechnet, und von den übrigen Resultaten abgezogen werden könnte. So wäre am Ende eine Correction der Dalton'schen Versuche möglich. P.

auf den Gang dieser Resultate zu verfolgen, noch andern Fehlern nachzuspüren, die noch Statt gefunden haben mögen, wozu ohnehin eine detaillirtere Beschreibung, als Dalton sie giebt, erforderlich wäre. Ich eile daher zum Theoretischen.

2. *Von den Lehrsätzen* Dalton's.

Gleich Seite 2 in Band XV der *Annalen* giebt uns Dalton die Hoffnung, dass wir die Gasarten einst durch Druck und Erkältung zersetzt erhalten werden. Wusste er denn nicht, dass Druck und Erkältung zwar den latenten, aber nicht den gebundenen Wärmestoff aus den Körpern heraus locken, *) dass dieser nur durch chemische Verwandtschaftsäusserungen frei werde. Aber diese Hoffnung passt in eine Theorie, wo man Lust hat, alle Verwandtschaften zu läugnen. Schade, dass diese Theorie mit den Naturerscheinungen so schlecht passt. Hatte ferner Dalton nicht von de Lüc schon, und neulich durch die Wasserzersetzung vermittelst der Galvani'schen Electricität gelernt, dass der Wärmestoff nicht der einzige expandirende Stoff der Gasarten sey? Bei Aufstellungen von neuen Theorieen muss man an so etwas denken. **)

*) Dalton erkennt diesen Unterschied nicht an. Vergleiche *Annalen*, XIV, 292. *d. H.*

**) Es geschieht, däucht mir, Dalton Unrecht, wenn sein gelegentlich hingeworfener Gedanke, der mit seiner Theorie nichts zu thun hat, als ein Grundstein seiner Theorie behandelt wird. *d. H.*

Der Satz Seite 13, den wir Dalton's Verſuchen verdanken, daſs nämlich „bei gleichem Temperaturunterſchiede der Unterſchied in der Expanſivkraft der Dämpfe aller Flüſſigkeiten gleich iſt, in ſo fern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten dieſelbe Expanſivkraft haben," iſt ſchön, und ich glaube ihn gern, weil er ohne die äuſserſte Genauigkeit in den Verſuchen erwieſen werden kann. Ich ſchrieb ſogleich beim Leſen deſſelben ein *Bravo* an den Rand. So ein Satz iſt wahrer Gewinn für die Wiſſenſchaft und wird mir bleiben.

Was Dalton's neue Theorie über die Beſchaffenheit gemiſchter Gasarten betrifft, die ich in Band XIII der Annalen, Seite 438 f., finde, ſo iſt ſein erſter Grundſatz alt, nur ſo ausgedruckt, wie er wahrſcheinlich in der Phyſik nie zu brauchen ſeyn dürfte. Denn von der Entfernung, (auch relativ,) der Kügelchen der Luftarten werden wir uns nie adäquate Begriffe machen können. Ueberhaupt iſt mir jede Theorie verdächtig, welche ſolcher Beſtimmungen bedarf. Sie ſind nur hypothetiſch, und ich ſehe doch wahrlich nicht, wie ſie aus Dalton's Verſuchen folgen, wenn auch gegen dieſe Verſuche ſelbſt nichts einzuwenden wäre.

Der zweite Grundſatz, nach welchem nur die homogenen, nicht die heterogenen Theilchen gemengter elaſtiſcher Flüſſigkeiten ſich gegenſeitig in der Ferne zurück ſtoſsen ſollen, der das Charakteriſtiſche der Dalton'ſchen Hypotheſe ſeyn ſoll,

und auch ist, — beruht in der That auf gar keinem Grunde, und folgt gar nicht aus Dalton's Versuchen. Die Reihe dieser Versuche kann vollkommen ohne diesen Satz bestehen, und es sollte mir nicht schwer fallen, mehrere leichte Hypothesen aufzustellen, welche die Sache erklären würden. Ich will bei einer einzigen verweilen, weil ich sie für die wahrscheinlichste halte. Ich habe schon irgendwo geäusert, dass es möglich wäre, dass das Oxygengas und das Azotgas nicht chemisch, sondern nur durch einen Grad von Adhäsion mit einander verbunden wären. Ich halte es daher auch für besser, anzunehmen, (bis bestimmte Versuche uns überzeugt haben, von welchen man diese Annahme rechtfertigen kann,) dass einige Gasarten chemisch, andere nur durch Adhäsion vereinigt sind. Diese Idee ist weder neu, noch wichtig für den vorliegenden Fall oder für die Lehre der Hygrometrie. Aber die Adhäsion so weit zu nothzüchtigen, dass man sie den Gesetzen einer Repulsion oder des Wärmestoffes so unterwirft, dass nur die homogenen Theile sich repelliren sollen, die heterogenen nicht, — ist durchaus ganz neu und nicht zu erweisen. Diese Idee ist vielmehr die Frucht einer falschen Vorstellung, die man sich von der Wirkungsart der Elasticität macht. Dehnt die Wärme oder der freie Wärmestoff eine elastische Flüssigkeit aus, warum sollten die daneben liegenden Flüssigkeiten diesen Druck nicht empfinden? warum sollte die Wärme nicht gleichfalls jene Flüs-

sigkeiten ausdehnen und einen Druck auf die andere zugleich bewirken? *) Die Dalton'sche Vorstellungsart reducirt sich auf ein dynamisches Spiel von Kräften, die in der Entfernung wirken, und als intolerante Sektirer die Gegenstände ihrer Liebe oder ihres Hasses willkührlich aufsuchen. Jeder heterogene oder homogene Theil einer gemischten Flüssigkeit wird durch höhere Temperatur elastischer, drückt daher auf seinen Nachbar, ohne zu fragen, ob er von gleicher Religion ist oder nicht, so wie elastischere Luft auf Wasser und Quecksilber stärker drückt; und da die bisherigen Versuche meist gezeigt haben, dass alle Gasarten durch Wärme gleichmässig ausgedehnt werden, so muss die Summe der erhöheten einzelnen Elasticitäten der ganzen Elasticität der Mischung gleich seyn; und mehr beweisen doch Dalton's Versuche nicht.

Sie sehen also, dass Dalton, indem er behauptet, es sey absurd, anzunehmen, dass Gasarten durch chemische Verwandtschaft an einander gebunden seyen, da Gasarten nach der Vermischung gleiches Volum als vorher einnehmen, weit mehr aus seinen Versuchen folgert, als er darf. Er hätte sich vor solchen Ketzereien wohl gehütet, wenn, statt bloss eine Hypothese aufzusuchen, die mit der Rei-

*) Es kömmt Dalton, nicht mir zu, durch weitere Ausbildung seiner Hypothese, dieser Schwierigkeit wo möglich zu begegnen. *d. H.*

be feiner Verfuche beftehen könne, Er die Natur gefragt hätte, ob fie eine folche Hypothefe anerkenne. Was wird Er antworten, wenn man ihn daran erinnert, dafs Ammoniakgas, welches alle Eigenfchaften eines Gas hat, fpecififch fchwerer ift, als es nach den fpecififchen Gewichten des Stickftoffes und Wafferftoffes, woraus es befteht, feyn follte? und wenn man ihm zeigt, dafs das durch electrifche Funken zerfetzte Ammoniak einen gröfsern Raum in Qualität von freiem Wafferftoffe und Stickftoffe einnimmt, als zuvor? Wie wird er feinen Satz durch die vielen Verbindungen des Stickgas mit dem Oxygengas durchführen? Werden ihm da die Vergleichungen mit den Polen des Magnets aushelfen; Vergleichungen, die jederzeit fo dienlich waren und von je her zu nichts dienten. Doch hierüber kein Wort mehr.

Die Nachricht, welche Dalton im Anhange, (*Annalen*, XIII, 445,) über den Luftfäuregehalt der atmofphärifchen Luft giebt, ift mir unverftändlich. Ift $\frac{1}{1000}$ ein wirklicher Gehalt, den er an einer gewiffen Portion der freien Luft gefunden hat, fo heifst diefes nichts gefagt, denn diefer Gehalt variirt. Soll es aber die äufserfte Gränze feyn, fo widerfpreche ich geradezu, und zwar auf Verfuche geftützt, welche von keinem Phyfiker fo genau als von mir angeftellt worden find, und deren Genauigkeit alles übertrifft, was man von Verfuchen der Art kennt. Mein Inftrument gab an der Scale unmittelbar $\frac{1}{5000}$ des Volums an.

Ich

Ich komme wieder auf Band XV Ihrer Annalen zurück, und zwar zu den Folgerungen, welche Sie Seite 65 für die Eudiometrie aus Dalton's Versuchen ziehn. Angenommen, es hätte mit diesen Versuchen seine völlige Richtigkeit, und die Wasserdämpfe befolgten in Verbindung mit der Luft ganz dasselbe Gesetz, als der reine Wasserdampf; so würde zwar der Satz daraus folgen, dass man auf den Zustand der Feuchtigkeit der Luft bei eudiometrischen Versuchen in thermometrischer und barometrischer Hinsicht nicht Rücksicht zu nehmen hätte; — aber, nicht zu vergessen, *so lange die Feuchtigkeit da ist und dieselbe bleibt.* Und da frage ich Dalton, Sie und alle Freunde des Wärmestoffs-Systems, was Feuchtigkeit ist. Ists mein physischer Dunst, so haben Sie alle Recht; von ihm erkenne ich selbst den Satz für wahr und habe ihn in meiner Eudiometrie stillschweigend angenommen. Aber der chemische Dunst gehört unter diese Kategorie nicht. Wenn de Lüc's Versuche, wenn meine Versuche wahr sind, so enthält die Luft Wasser, das auf keine Hygrometer wirkt. Von diesem behaupte ich, dass es durch Zersetzung des Oxygengas niedergeschlagen wird. Dessen Daseyn hat also doch wohl auf Eudiometer Einfluss, und ich begreife nicht, in welchem Zusammenhange dieser Dunst mit den Dalton'schen Versuchen steht. *) Mein Eudiometer ist bis auf halbe Tau-

*) Herr Prof. Parrot kannte, als er diesen Aufsatz schrieb, offenbar noch nicht das zweite Stück des

sendtheilchen sicher, und ich sollte mich um 18 Tausendtheilchen geirrt haben! Ich habe in einer Luftportion einen Strom von Dampf sich bilden sehen, in der andern nicht; ich habe in der einen nasse Phosphorsäure und Wassertropfen an den Wänden des Gefäſses gesehen, in der andern kaum so viel Feuchtigkeit, als nöthig, um die Phosphorsäure an den Wänden des Gefäſses zu kleben; nach der Absorption fehlen mir in jenem 18 Tausendtheile des ganzen Raumes mehr als in diesem. Und man zweifelt an einem solchen Niederschlage. Sie wagen es nicht, in meinem Namen dem Publicum zu sagen, dass Clement und Desormes falsch experimentirt oder falsch geschlossen haben, als sie den Satz aufstellten, dass alle Gasarten gleich viel Wasser enthalten, *) und Sie übersetzen es aus Dalton's Abhandlung! [?] Hier muss der Freund

XVten Bandes der Annalen, worin sich Dalton's Versuche über die Verdunstung und meine Bemerkungen über diese Versuche finden. Ich glaube dort S. 147 diesen Zusammenhang, wie ich ihn mir denke, hinlänglich angegeben zu haben. *d. H.*

*) Eine kleine Beschwerde, die Herr Prof. Parrot über mich nicht würde geführt haben, wäre ihm damahls schon das zweite Stück zu Gesicht gekommen, wo ich seinen Widerspruch gegen die Versuche Clement's und Desormes S. 148 an der schicklichsten Stelle eingerückt, und auf ihn besonders aufmerksam gemacht habe, zugleich aber bemüht gewesen bin, diese Versuche mit denen von Saussüre in Harmonie zu bringen. *d. H.*

des Wärmestoffs-Systems in der Lehre der Dünste durchaus wählen; entweder den Versuchen Clement's und Desormes trauen, oder Dalton's Theorie aufgeben.*)

Wollen Sie aber die Versuche der Schüler Morveau's auch einmahl widerlegen, ohne weitläufige Wege und viele Instrumente, so nehmen Sie eine Glasglocke, etwa $\frac{1}{4}$ Cubikfuss gross, füllen Sie mit Salpetergas, und lassen Sie die Glocke so gefüllt mehrere Tage über Wasser stehen. Behalten Sie dieselbe Temperatur, so erhalten Sie sehr wenig Niederschlag von Dunst, selbst durch die Einwirkung des Lichtstoffs. Lassen Sie aber so viel atmosphärische Luft hinzu, als zur Zersetzung nöthig ist, so werden Sie die Glocke mit Thauperlen in ungeheurer Menge inwendig durchaus sich bedeckt sehen, *ungeachtet der Temperaturerhöhung*, die dabei Statt findet. Zwar giebt diese Luftart bei der Erkältung bis unter dem Frierpunkte mehr Niederschlag als jede andere Luft, (selbst die Luftsäure, wenn ich nicht irre, nicht ausgenommen;) aber nicht halb so viel, nicht $\frac{1}{4}$ so viel, als die Zersetzung bei einer Temperatur des äussern Mediums von 12 bis 15°. Dalton möge es versuchen, durch Polarität und Haarröhren dieses Phänomen zu erklären.

Ueberhaupt scheint es mir durchaus unbegreiflich, dass Dalton es übernehmen wollte, auf

*) Ich gestehe, dieses nicht einzusehen. *d. H.*

diese Data eine Meteorologie zu bauen. Ich bitte Sie, die Reihe der meteorologischen und andere Phänomene in Gedanken durchzugehen, welche ich durch meinen Fundamentalsatz so leicht, ohne irgend einen andern Satz umzustoſsen, erkläre. In jener Theorie zerstöre ich nichts; ich baue nur auf, und nehme meine Materialien, wie sie mir die berühmtesten Physiker geliefert haben. Freilich brauche ich viel; aber wie heterogen sind nicht auch die Phänomene? Und muſs man nicht die Eigenschaft, welche meine Theorie hat, so viele Theile der Physik, die, in Hinsicht auf Meteorologie, ohne Zusammenhang da lagen, zu einem Ganzen, das Einheit bei der gröſsten Varietät darstellt, vereinigt zu haben, als eine Vollkommenheit derselben anerkennen? Dalton hingegen fängt mit Zerstörungen an, muſs unläugbare Facta ignoriren, die bewährtesten Vorstellungsarten umstoſsen, um uns ein Bruchstück aufzustellen, das auf die dunkeln, schwankenden, nichts sagenden Begriffe von Polarität und noch obendrein nur als Vergleichung gebraucht, sich stützt; ein Bruchstück, das nichts vereinigt und nichts erklärt.

Ich hoffe, daſs diese Widerlegung, (es ist die dritte, zu welcher ich aufgefordert wurde,) die deutschen Physiker überzeugen wird, daſs es nicht hinlänglich sey, um meine Theorie der Ausdunstung und des Niederschlages des Wassers in der Atmosphäre verdächtig zu machen, einzelne Sätze, wie Dalton, Clement und Desormes ge-

than haben, aus der Luft zu greifen, oder auf schlecht angestellte Versuchen zu gründen. Ich glaube nicht zu viel von meiner Theorie zu rühmen, wenn ich sage, daſs sie für sich und direct geprüft zu werden verdiene. Der Herr Prof. Böckmann hatte einen Anfang dazu gemacht, wofür ich ihm nochmahls danke, und ich wünschte nichts mehr, als daſs er oder ein anderer Physiker meine Versuche wiederhohlen möchte. Die einzige Bedingung, die ich zu machen mir erlaube, ist, daſs man die Versuche mit eben der Umständlichkeit, als ich, beschreibe. Habe ich falsch gesehen oder schlecht experimentirt, dann falle meine Theorie. Aber nur durch diese Wiederhohlung der Versuche ist es möglich, die Wahrheit zu bestätigen. Meine sehr häufigen öffentlichen Geschäfte lassen mich nicht vor einem Jahre die nöthige Muſse zu einer neuen Bearbeitung dieses wichtigen Gegenstandes hoffen. Ich muſs also hierin um Unterstützung bitten, ohne deſshalb mich von der Verbindlichkeit, diese Materie noch vollständiger zu bearbeiten, loszusprechen. Der Plan zu dieser Arbeit ist schon gemacht, die meisten Apparate sind auch schon da. Es fehlt an nichts als an Zeit.

VI.

Lalande's *neue Thermometerscale.* *)

Unsre bisherigen Thermometerscalen glaubt der ehrwürdige Senior der Astronomen, der berühmte Lalande in Paris, als willkührlich, und nicht in der Natur der Sache gegründet, verwerfen zu müssen. Sein alter, achtungswerther Lehrer, Joseph Delisle, habe schon 1738 Versuche über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme angestellt, und er sie 1750 oft mit ihm wiederhohlt. Eine in Eis gesetzte Thermometerröhre ganz mit Quecksilber, das abgewogen wurde, gefüllt, und darauf in kochendes Wasser gesetzt, verlor hier stets auf $66\frac{1}{2}$ Unzen Quecksilber 1 Unze, welches in dieser Temperatur aus der Röhre floss. Das Quecksilber dehnt sich folglich, schliesst Lalande, bei einer Erwärmung vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers um $\frac{150}{10000}$ seines Volums aus; ein Grund, warum er den Abstand zwischen dem Frostpunkte und dem Siedepunkte, mit Delisle, in 150 gleiche Theile theilt, und so Grade zu haben glaubt, welche die Natur selbst gebe, und die zugleich ganz in das System der Decimalmaasse passten. Den Nullpunkt seiner Scale setzt Lalande nicht mit De-

*) *Journal de Phys.*, t. 57, p. 457. *d. H.*

isle beim Siedepunkte des Wassers; das sey wi-
ler die Natur, da eine solche Temperatur nirgends
uf der Erde vorkomme; eben so wenig beim Frost-
unkte des Wassers: sondern mit Micheli bei der
uttlern Temperatur von Paris, wie sie aus mehr-
ährigen Beobachtungen sey berechnet worden, das
t, bei $9\frac{1}{2}°$ nach der Reaumürischen Scale. *) Das

*) Lalande verweist hierbei auf Cotte's Untersuchung über diese mittlere Temperatur im *Journ. de Phys.*, 1792, Dec., p. 433. Es wird den meisten Lesern nicht unangenehm seyn, wenn ich die Hauptsache aus dieser Untersuchung hierher setze. Die damahlige Akademie hatte beschlossen, die mittlere Temperatur des Klima von Paris solle als Temperatureinheit für die neuen Maaſsbestimmungen dienen, und sie sey aus den Thermometerbeobachtungen zu bestimmen, welche man seit 150 Jahren ununterbrochen in Paris angestellt habe. Cotte, dem die Akademie diese Berechnung übertrug, bemerkt indeſs mit Recht, daſs diese auf der Nationalsternwarte angestellten Beobachtungen dazu nicht brauchbar sind, da vor Reaumür die Thermometer nicht harmonirten, und von Reaumür bis 1776 ein Weingeistthermometer zu den meteorologischen Beobachtungen auf der Sternwarte gedient habe. Er zieht daher die Beobachtungen vor, welche Messier theils im *Collège de France*, theils im *Hotel de Clugni* zu Paris von 1763 bis 1791 mit vortrefflichen Quecksilberthermometern gemacht habe. Zwar habe er schon an mehrern Orten Resultate aus diesen Beobachtungen bekannt gemacht, wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes habe er,

sey zugleich die Temperatur der Höhle unter der Nationalsternwarte *) und die natürliche Erdwärme. Diese neue Scale gewähre noch den Vortheil einer leichten Uebersicht der merkwürdigsten Temperaturen. Nach ihr sey die mittlere Wärme in unsern gewöhnlichen Sommern, und die mittlere Kälte in unsern gewöhnlichen Wintern gleichmässig 30°. 40° zeige grosse Wärme oder Kälte an; 50° die Hitze am Senegal und eben so die heftige Kälte in den Wintern von 1709, 1776 und 1778; u. s. f. — Zwar habe man ihm im Nationalinstitute am 14ten Nov. 1803 eingewendet, *erstens*, er habe bei

sie indess nochmahls berechnet, und zwar nach Beobachtungen, die bis ans Ende des Jahres 1791 reichen. Folgendes sind die Resultate dieser Beobachtungen:

	mittl. Temp.		mittl. Temp.
Januar	1°,6 R.	Julius	17°,1
Februar	4	August	17,1
März	5,1	September	14,1
April	8,4	October	9,6
Mai	12,7	November	5,7
Junius	15,6	December	3,2
1stes halbes Jahr	7,9	2tes halbes Jahr	11,1

Nach 29jährigen Beobachtungen, die täglich 3 Mahl, (Morgens, Mittags, Abends,) angestellt wurden, ist folglich die *mittlere Temperatur des Klima von Paris* genau 9°,5 des Quecksilberthermometers mit Reaumür'sScale. *d. H.*

*) Nicht ganz genau; vergl. *Annalen*, III, 217, Anm. *d. H.*

seinen Versuchen nicht auf die Ausdehnung des Glases gesehn; wäre das geschehn, so würde er eine grössere Dilatation des Quecksilbers als um $\frac{150}{1000}$ erhalten haben: *zweitens*, die innere Wärme der Erde sey in Aegypten viel grösser als 9°,5. Allein da auch in allen Thermometerbeobachtungen das Glas zugleich mit dem Quecksilber ausgedehnt werde, so habe er die Differenz beider Ausdehnung zur Bestimmung der Scale nehmen müssen, nicht die Ausdehnung des Quecksilbers allein, die man nie beobachte. Ueber dies halte die mittlere Temperatur des Klima in Paris in der That das Mittel zwischen den Temperaturen aller Länder, wo man beobachtet; noch sey das eine Temperatur, bei welcher man in allen Theilen der Welt weder Wärme noch Kälte empfinde, und die daher jedermann zuträglich sey.

Lalande schliesst mit einer Vergleichung seines Thermometers, welches Mossy in Paris verfertige, mit dem Reaumürischen, aus welcher ich nur einige Zahlen entlehne. Es harmoniren:

Reaum.	Lalande.	
80°	132,8°	Siedepunkt des Wassers
36	49,9	Hitze am Senegal
32	42.3	Sommer 1753, 65, 93
30	38,5	Blutwärme
26	31	mittl. Sommerwärme in Paris
25	29,1	unter d. Aequator auf d. Meere
23	25,3	kalter Sommer in Paris
20	19,7	

Reaum.	Lalande.	
19	17,9	Seidenwürmer
15	10,3	Treibebeete
10	1	
9,5	0	mittlere Temperatur
0	— 17,9	Frostpunkt
— 4	25,4	gelinder Winter in Paris
7	31	mittlerer
11	38,6	1740
14	44,2	künstlicher Frostpunkt
18	50,8	1788 Winter in Paris
30,6	74,4	das Quecksilber friert

Dass Lalande's Scale nicht minder willkührlich als die bisherigen ist, da sie nicht Grade *wahrer Wärme* anzeigt, und dass sie daher unsre Thermometersprache ohne Nutzen noch mehr verwickeln würde; dieses glaube ich hier nicht erst weitläuftig beweisen zu dürfen.

der Herausgeber.

VII.

VERSUCHE UND BERECHNUNGEN

über die Temperatur, bei welcher Wasser die gröſste Dichtigkeit hat, und über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme,

von

G. G. Hållström,

Professor der Physik zu Abo. *)

Herr Prof. Hållström hat seine Beobachtungen und Berechnungen über die Raumsveränderung des Wassers in den Temperaturen von 0° bis + 20° Celsius, (0° bis 16° R.,) in einer seiner neuesten Dissertationen bekannt gemacht. **) Er bestimmt die Veränderungen durch Abwägen eines gläsernen Körpers im Wasser und bringt die Ausdehnung des

*) Die folgende Notiz von diesen interessanten Untersuchungen des Prof. Hållström, welche eine Fortsetzung der in den *Annalen*, XIV, 297, mitgetheilten sind, und in ihrem Zusammenhange dem deutschen Publicum ausführlich bekannt gemacht zu werden verdienten, verdanke ich Herrn Adj. Droysen in Greifswald. *d. H.*

**) *Dissertatio physica de mutationibus voluminis aquae destillatae, intra temperaturam congelationis et vicesimi gradus in therm. centesim., Praes. Hållström, Resp. Hulthin, Aboae 1802.*

Glases mit in Rechnung. *) Er findet, dass, ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Glases, das Wasser die grösste Dichtigkeit bei + 5 bis 6°, (4 bis 4,8° R.,) habe; dass dies aber schon bei + 4 bis 5°, (3°,2 bis 4° R.,) eintrete, wenn auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht genommen wird. **) Seine Beobachtungen stimmen mit seinem Calcul merkwürdig überein.

In einer andern Dissertation ***) hat Herr Prof. Hållström die Ausdehnung des Quecksilbers in den Temperaturen vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers, oder von 0° bis 100° Cels., genauer zu bestimmen gesucht. Er bediente sich hierzu eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers und nahm besonders mit auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht. Es werden bei 0° und n Temperatur die correspondirenden Höhen des Quecksilbers a und ae gemessen, (nämlich von dem Ende

*) Vergl. *Annalen*, XIV, 299 f.

**) Dalton, (*Annalen*, XIV, 294,) der auf die Ausdehnung des Glases nicht Rücksicht nahm, fand die grösste Dichtigkeit des Wassers bei 42½° F. = 4⅞° R., und von 41° bis 44° einschliesslich, fast unmerkbar. Auch seine Beobachtungen möchten daher nach Hallström wegen der nicht mit in Rechnung gebrachten Ausdehnung des Glases zu verbessern seyn. *d. H.*

***) *Dissertatio physica de expansione Hydrargyri a Calorico, Praes. Hallström, Resp. Claesson. Aboae* 1803.

der Röhre bei der Kugel an;) über dies der Halbmesser der Röhre $= r$ und der Kugel $= \rho$ angenommen. Nun verhalten sich*) die Längen des Glases bei o° und bei n° Temperatur wie $1 : 1 + \frac{(325 + 2n)\, n}{62500000}$ und in diesen Wärmegraden mögen die Volumina des Quecksilbers seyn wie $1 : 1 + x$. Setzt man $n' = 1 + \frac{(325 + 2n)\, n}{62500000}$, so wird daher $1 + x = \frac{4\rho^3 (1 + n^3)^3 + 3r^2 a' (1 + n')^2}{4\rho^3 + 3r^2 a}$. Oder wenn $r' = \frac{4\rho^3}{3r^2}$; so ist $1 + x = \frac{r'(1 + n')^3 + a^3 (+ n')^2}{r^3 + a}$.

Um nun die Gröfse r' zu bestimmen, wurden Versuche angestellt. Herr Prof. Hallstrom bediente sich dazu einer schönen hydrostatischen Wage von Hurter in England, welche bei 0,01 Gran Ausschlag gab. Dadurch wurde das Gewicht des Quecksilbers p, welches bei 0° Temperatur die Thermometerkugel und Röhre bis zur Länge b erfüllte, so wie, nachdem etwas Quecksilber ausgeklopft war, das Gewicht des Restes p', welcher Kugel und Röhre bis zur Länge b', bei 0° Temperatur, einnahm, bestimmt. Dadurch war nun auch das Gewicht $p - p'$ in der Länge der Röhre $b - b'$ bestimmt; dessen Raum, (wenn $1 : \pi$ das Verhältniss des Durchmessers zur Peripherie des Kreises ausdruckt,) $= \pi r^2 (b - b')$ ist.

*) Nach Herrn Hallstrom's *Dissertatio de interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calorico.* Åboae 1801. Vergl. *Annalen*, XIV, 299.

Ferner haben wir $b - b' : b = p - p' : \frac{b(p - p')}{b - b'}$ = dem Gewichte des Queckſilbers in der Röhre von der Länge *b*.

Alſo wird das Gewicht des in der Kugel enthaltenen Queckſilbers gefunden $= p - \frac{b(p - p')}{b - b'} = \frac{bp' - b'p}{b - b'}$, deſſen Raum iſt $= \frac{4}{3}\pi\varrho^3$. Und da die Gewichte homogener Körper, bei gleicher Temperatur, den Räumen proportional ſind; ſo iſt $p - p' : \frac{bp' - b'p}{b - b'} = \pi\varrho^2(b - b') : \frac{4}{3}\pi\varrho^3$. Daraus findet er $\frac{4\varrho^3}{3r^2} = r' = \frac{bp' - b'p}{p - p'}$.

Subſtituirt man dieſen Werth, ſo wird der geſuchte Werth von $1 + x$ gefunden =

$$\frac{((1 + n')(bp' - b'p) + a'(p - p'))}{bp' - b'p + a(p - p')}(1 + n')^2.$$

Nun wurden mit 6 Thermometern Verſuche und Meſſungen angeſtellt, und aus ihnen gab die Mittelzahl $x = 0{,}017583$, welches er für den genaueſten Werth der Ausdehnung des Queckſilbers vom Froſtpunkte bis zum Siedepunkte des Waſſers, oder von 0° bis 100° Celſ. Temperatur hält, wenn das Volumen des Queckſilbers bei 0° = 1 iſt. *)

*) Ein Reſultat, welches von dem bedeutend abweicht, das Lalande im vorigen Auſſatze für das Reſultat der Verſuche Delisle's und der ſeinigen ausgiebt; und ſchwerlich möchte dieſe Abweichung bloſs der Ausdehnung des Glaſes zuzuſchreiben ſeyn. *d. H.*

VIII.

Eine Bemerkung über den Schwefel-Kohlenstoff,

vom

Herausgeber.

Clement und Desormes haben bei ihren Untersuchungen der merkwürdigen von ihnen zufällig entdeckten chemischen Verbindung des Schwefels mit dem Kohlenstoffe, in Gestalt einer Flüssigkeit, die zu den flüchtigsten gehört, welche wir kennen, (*Annalen*, XIII, 73 f.,) den Siedepunkt dieser Flüssigkeit zu bestimmen, zwar verabsäumt, dafür aber einen Versuch über die Elasticität der Dämpfe derselben, bei 10° R. Wärme und bei 28 par. Zoll Barometerstand, angestellt, (*Annalen*, XIII, 89,) aus welchem ich, vermittelst Dalton's Gesetze der Verdampfung verschiedenartiger Flüssigkeiten, den Siedepunkt des liquiden Schwefelkohlenstoffs in den *Annalen*, XIV, 37 f., berechnet, und zwar bei 108° F. = 33$\frac{7}{9}$° R. gefunden habe.

Schon 1796, also viel früher, als Clement und Desormes ihre Versuche anstellten, hatte Herr Prof. Lampadius in Freiberg bei einer Destillation von Schwefelkiesen mit Kohle eine äusserst flüchtige Flüssigkeit erhalten, auch schon einige ihrer Eigenschaften in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 3, S. 304, bekannt gemacht.

Das Gläschen, voll dieſer Flüſſigkeit, welches er damahls dem ſeligen Gren überſchickte, beſitze ich noch jetzt unter Gren's hinterlaſſenen Präparaten. Umſonſt verſuchte es indeſs Herr Prof. Lampadius, weiterhin dieſen Stoff wieder zu erzeugen, und konnte ſich daher über die Natur deſſelben nicht belehren. Vor kurzem rief der Geruch eines verkieſten Holzes ihm jene Flüſſigkeit wieder in das Andenken, und in der That gelang es ihm, ſie ſich durch Deſtillation dieſes verkieſten Holzes aus einer irdenen Retorte, (aus 1 Pf. 2 Unzen,) wieder zu verſchaffen, ſo wie auch in Mengen von 7 bis 9 Drachmen durch Deſtillation von 4 Unzen Kies mit 1 Unze bituminöſen Holzes, oder mit ſo viel Braunkohle, oder Steinkohle, oder ſichtenen Holzſpänen, oder Kohlenblende. Sie erſchien, wenn die Retorte zum ſtärkſten Glühen kam, und ſiel dann in feinen dünn-ſlüſſigen Tropfen im Waſſer der Vorlage nieder, mit brenzlichem Oehle vermiſcht, (den Fall mit Kohlenblende ausgenommen,) von dem man ſie durch Deſtillation über Waſſer aus einer Glasretorte bei Lampenfeuer reinigen kann, worauf ſie ganz waſſerhell wird. Herr Prof. Lampadius giebt von dieſer Flüſſigkeit folgende Eigenſchaften an: 1. einen durchdringenden Geruch; 2. groſse Flüchtigkeit und Erzeugung heftiger Kälte beim Berühren; „3. *ſie ſiedet bei* 32° R. *bei einem Barometerſtande von* 26'' 6''';“ 4. hat zum ſpecifiſchen Gewichte 1,3; 5. iſt ſehr leicht entzündlich, durch den ſchwächſten electriſchen und

und Galvani'schen Funken, und giebt 6. als Produkt des Verbrennens sehr viel Schwefelsäure, und etwas Wasser, „aber Kohlensäure konnte Herr Prof. Lampadius bis jetzt noch nicht darin finden;" 7. die Flamme ist lang, blau und *ohne allen Ruſs;* 8. sie bricht das Licht auſserordentlich stark; 9. etwas davon löst sich in Wasser auf, und giebt dann diesem alle Eigenschaften des Schwefelwasserstoff-Wassers; 10. sehr leicht vermischt sie sich mit Alkohol; und 11. löst sie den Phosphor ohne Wärme in Menge schnell auf, ohne daſs die Auflösung auf Wasser leuchtet. (*Neues allgemeines Journal der Chemie,* B. 2, S. 192.)

Herr Prof. Lampadius ist geneigt, nach diesen Eigenschaften den Stoff für einen andern als Desormes Schwefel-Kohlenstoff zu halten, besonders weil er nach 6 und 9 viel Wasserstoff zu enthalten scheine, und nach 7 beim Verbrennen keine schwarze verbrennliche Kohle, wie jener, hinterlieſs. Er nennt ihn inzwischen, bis er seine Bestandtheile werde erforscht haben, Schwefelalkohol; ein, wie es mir scheint, nicht recht schicklicher Name.

Vergleicht man diese Eigenschaften mit denen, welche Desormes am Schwefel-Kohlenstoffe fand, so zeigt sich, daſs beide Flüssigkeiten genau überein stimmen in 1, 2, 5, (*Ann.*, XIII, 84,) in 11 und 9, (*daſ.*, 91;) im specifischen Gewichte, das auch Desormes auf 1,3 bestimmt, *welches ihm aber zu variiren schien*, (*daſ.*, 85;) und endlich im Sie-

depunkte, da eine Flüſſigkeit, welche unter 26″ 6‴ Druck bei 32° R. kocht, unter einem Luftdrucke von 28‴ Barometerhöhe, (der von Herrn Soldner oben S. 65 entwickelten Formel gemäſs,) bei 33°,22 kochen würde; welches $33\frac{2}{9}$° ſo nahe kömmt, als bei Verſuchen dieſer Art kaum zu erwarten iſt. Dieſe ſehr genaue Uebereinſtimmung in den zuverläſſigſten Charakteren läſst wohl kaum noch zweifeln, daſs der Stoff des Hrn. Prof. Lampadius kein anderer als Desormes Schwefel-Kohlenſtoff ſey, und läſst vermuthen, daſs genauere Unterſuchungen auch zwiſchen den übrigen zweifelhaften Eigenſchaften völlige Uebereinſtimmung geben werden; beſonders, da Herr Prof. Lampadius mit einer durch eine zweite Deſtillation gereinigten, völlig waſſerhellen Flüſſigkeit, Desormes dagegen mit der nicht geläuterten, meiſt gelbgrünlichen Flüſſigkeit, (*Annalen*, XIII, 84,) welcher wahrſcheinlich noch der von erſterm bemerkte Antheil brenzlichen Oehls beigemiſcht war, experimentirt hat. Aus dieſem Umſtande würde ſich beſonders erklären, wie Desormes beim Verbrennen der Flüſſigkeit einen Rückſtand an ſchwarzer Kohle erhalten konnte, den Prof. Lampadius nicht wahrnahm.

IX.

AUSZUG

aus einem Briefe von Herrn RICHARD CHENEVIX, Esq., Mitgliede d. Londn. Societät, an den Herausgeber.

Freiberg den 28sten April 1804.

— — Ich habe mit vielem Interesse den vortrefflichen Aufsatz Ritter's über den Galvanismus der Metallgemische gelesen, der sich in dem diesjährigen dritten Stücke Ihrer Annalen findet. Jeder pflegt einen Gegenstand von der Seite aufzufassen, mit der er am meisten sich zu beschäftigen gewohnt ist; und so hatte ich allgemeine Untersuchungen über die chemischen Verwandtschaften der Metalle angefangen. Ich werde Herrn Ritter vorschlagen, vergleichende Versuche mit Metallgemischen, die durch *chemische Mittel*, und solche, die durch gewöhnliche Schmelzung gemacht sind, zu unternehmen. Denn die Metalle verbinden sich mit einander auf diesem Wege nur bis zu gegenseitiger Sättigung. Noch bin ich nicht weit in meiner Arbeit vorgeschritten; doch habe ich schon einige interessante Thatsachen.

Man hegt noch Zweifel über die Natur des *Palladiums!* Desto besser. Das Zweifeln hat schon zu mancher Entdeckung geführt. Was mich betrifft, so kann ich nicht zweifeln, denn ich habe gesehen. Ich habe hinlänglich erinnert, wie schwierig es ist,

diefe Metallmifchung hervor zu bringen, und wie viel Zufälligkeiten man bei jedem Verfuche gegen fich hat. Beharrt man indefs nur, fo wird es gelingen, wie es mir gelungen ift. In England hat der Menfch, der das Palladium gemacht hat, gegen meine Verfuche eine Erklärung ausgehen laffen, (*reclamé*,) aber erft *nach acht Monaten*, und erft nachdem Wollafton einige Zweifel gegen fie geäufsert hatte, weil es ihm nicht mit dem erften Mahle gelungen war, das Palladium zu machen. — Richter in Berlin gefteht, dafs er eine Verbindung von Platin und Queckfilber gehabt habe, die in den gröfsten Graden der Hitze nicht zu zerfetzen gewefen fey. *Von allen, welche über diefe Materie gefchrieben haben, hat* Richter *den wahren Gefichtspunkt am beften gefafst.*

Erlauben Sie, dafs, wenn ich einige Refultate haben werde, die Herrn Ritter intereffiren können, ich Proben der verfchiedenen Produkte, mit denen ich von ihm Verfuche angeftellt zu fehn wünfchte, durch Ihre Hand gehn laffe. In dem Auffatze Ritter's kömmt nichts von *Tendenz*, *Polarität*, *Identität*, *Indifferenz* und dergleichen mehr vor. Sollte er glücklicher Weife auf diefe Phantasmata Verzicht geleiftet haben?

Ich habe die *Verfuche* Winterl's *wiederhohlt.* Kaum hätte ich es für möglich gehalten, dafs jemand in folche Irrthümer verfallen könne. Ich habe davon einen Bericht in den par. *Annales de Chimie* erftattet.

X.

Eine kleine akustische Entdeckung.

Als ich mich vor kurzem mit Versuchen über das *Nachklingen* angeschlagener Körper beschäftigte, und nach der Secundenuhr beobachtete, wie lange dieselbe in den verschiedenen stufenweise verminderten Entfernungen des Körpers vom Ohre hörbar blieb, (wovon die Resultate hier nicht zu meinem Zwecke gehören,) machte ich eine akustische Entdeckung, welche einer kurzen Mittheilung werth zu seyn scheint, weil sie, (meines Wissens wenigstens,) neu ist, und in ein Fach der Physik gehört, worin vorzüglich noch mehr Erfahrungen zu wünschen, und auch Kleinigkeiten noch nicht zu verschmähen sind.

Unter den Körpern, welche ich zu diesen Versuchen nahm, waren auch Rectangelscheiben von Glas und Metall, welche ich zu den Chladni'schen Versuchen gebraucht hatte, und welche, gehörig gehalten und angeschlagen, ausser dem ersten harten Schalle des Anschlags einen sanften flötenartigen Nachklang geben, der langsam abnimmt, und wenn er in einer Entfernung von z. B. zwölf Zoll schon ganz verschwunden ist, in einer Nähe von sechs Zollen bis zu einem Zolle noch wieder deutlich gehört wird.

An diesem leisen Nachklange nun machte ich eine Bemerkung, die anzuzeigen scheint, *dass es vor*

dem Ohre eine Stelle giebt, wo ein leiser Klang nicht empfunden wird, ungeachtet derselbe Klang in derselben Entfernung ausserhalb dieser Gegend vollkommen hörbar ist, — ungefähr so, wie, nach dem bekannten Mariottischen Versuche, auf der Netzhaut des Auges die Stelle, wo der Sehenerve eintritt, nicht empfindet, (wiewohl ich übrigens noch eine solche Analogie nicht weiter geltend machen will.)

Da das feine Phänomen der Bemerkung so leicht entwischt, so will ich die Art der Beobachtung etwas näher angeben; man kann sonst tausend Mahl klingende Körper vor das Ohr halten, und es nicht bemerken.

Man nehme also einen schwach nachklingenden Körper, wie eine Stimmgabel, eine gabelförmig gebogene Glasröhre, einen Glasstreifen, oder, (was man am ersten bei der Hand haben wird,) einen verjüngten Maafsstab von Messing aus einem Reifszeuge, oder ein messingenes oder eisernes Lineal. Eine solche Metallplatte fasse man, damit sie nachklinge, mit der Spitze des Daumens und Zeigefingers in der Mitte ihrer breiten Seitenflächen, — man kann durch einige Versuche die beste Angriffsstelle, wobei die Platte am reinsten nachklingt, leicht finden.

So halte man die Platte etwa mit der linken Hand vor das linke Ohr, in beliebiger, jedoch nicht zu groſser Entfernung, damit das Nachklingen noch deutlich zu hören sey; am besten die schwache Seite

dem Ohre zugekehrt, in senkrechter oder horizontaler Lage.

Nachdem sie mit einem Messerhefte oder dergl. angeschlagen worden, bewege man sie vor dem Ohre hin und her. Hält man sie senkrecht, so mache man die Bewegung vor dem Ohre vorbei, in horizontaler Richtung; hält man sie horizontal, so mache man die Bewegung in verticaler Richtung.

Wenn man, bei gehöriger Stille, aufmerkt, so wird man finden, *daſs in dem Momente, in dem die Platte im Vorbeiführen mitten vor dem Ohre ist, der leise Ton verschwindet, und weiterhin wieder erscheint.*

In sehr geringer Entfernung der Platte vom Ohre, z. B. von einem Zolle, ist der Ton stärker, und das Verschwinden eben deſshalb merklicher; doch ist es auch in einer Entfernung von sechs Zollen noch nicht unmerklich.

Bei einiger Uebung kann man die Platte in der Verschwindungsstelle ein Paar Secunden still halten, da dann der Ton so lange ausbleibt, und wieder erscheint, wenn man die Platte weiter führt.

Um die Lage der Verschwindungsstelle zu bestimmen, braucht man nur die Platte, wenn der Ton verschwunden ist, gerade gegen das Ohr zu führen, und sie an dasselbe anzudrücken; dies in der senkrechten und in der horizontalen Lage gethan, giebt die Linien auf der Fläche des Ohrs, die sich dicht hinter und über dem vordern Blatte, (*tragus*,) der Oeffnung des Gehörganges gegen über,

durchſchneiden. Sie ſind in der hier beigefügten Figur 2, Taf. I, mit *AB* und *DE*, und der Durchſchnitt mit *C* bezeichnet. Man denke ſich dieſe Linien an beiden Ohren und ziehe in Gedanken die Linie von einem Durchſchnittspunkte zum andern, d. h. die Querachſe des Kopfs zwiſchen den Ohröffnungen. In dieſer beiderſeits verlängerten akuſtiſchen Achſe ſcheint die Verſchwindungsgegend zu ſeyn.

Die Ausdrücke: Punkt, Linie, Ebene, ſind hier übrigens nicht gerade im ſtrengſten geometriſchen Sinne zu nehmen; denn eine kleine Verrückung verträgt die Platte, ohne aus der Verſchwindungsſtelle zu kommen; vielleicht aber kaum $\frac{1}{10}$ Zoll.

Wird die Platte in der Verſchwindungsſtelle ſelbſt angeſchlagen, ſo hört man nur den harten Schall des Anſchlags, und auch dieſen gleichſam erſtickt und etwas unangenehm für das Trommelfell; hingegen nichts von dem ſanften Nachklingen, — welches aber dann ſogleich erſcheint, wenn man die Platte etwas ſeitwärts rückt.

Da die Erfahrung zu den feinern akuſtiſchen Wahrnehmungen gehört, ſo fürchte ich freilich, daſs ſie nicht jedem ſogleich gelingen werde; indeſſen werden aufmerkſame und geduldige Beobachter ſich gewiſs bald überzeugen, daſs ſie richtig und keine Täuſchung iſt. Ich ſelbſt habe ſie durch ſehr oft und zu verſchiedenen Zeiten wiederhohlte Verſuche beſtätigt, und einer meiner Bekannten, der auch ein geübtes Gehör hat, findet Alles eben ſo,

wie ich. Uebrigens ist die Sache nichts weiter als eine physikalische Bagatelle, die ich aber doch auch von andern Physikern bestätigt und erklärt sehen möchte. Ich glaubte anfangs, dass bloss die Hervorragung des *tragus* oder *antitragus* der Grund sey; allein das fiel von selbst weg, da ich die Lage der Verschwindungsstelle genauer bestimmte.

Dessau
den 19ten April 1804.

Gerhard Ulrich Anton Vieth,
Director und Professor der Mathematik.

XI.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGE
der zweiten Teyler'schen Gesellschaft zu Haarlem auf den 1sten April 1805.

„Was kann man über die Identität des Lichtstoffs mit dem Wärmestoffe aus den darüber angestellten Versuchen mit Grund bestimmen?"

Der Preis ist eine goldene Medaille, 400 holl. Gulden werth. Die Preisschriften können in holländischer, lateinischer, französischer oder englischer Sprache verfasst, müssen aber mit lateinischen Lettern geschrieben seyn.

XII.

PREISVERTHEILUNG UND PREISFRAGEN
der
Göttinger Societät der Wiſſenſchaften.

Die mathematiſche Klaſſe der Societät hatte für den November 1803 die Hauptpreisfrage auf Unterſuchungen *über die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte* geſetzt, (*Annalen*, IX, 253.) Sie erhielt über dieſen Gegenſtand 2 Abhandlungen. Die eine, mit dem Motto: *Homo naturae miniſter et interpres*, lief, zwar ſpät, aber noch vor dem Einſendungstermine, ein, nachdem der Verfaſſer ſchon einige Zeit vorher das vollſtändige Tagebuch ſeiner mit ſehr viel Genauigkeit und Sorgfalt angeſtellten Verſuche, nebſt einem Kaſten, worin eine Probe der von ihm gebrauchten Thermometer und vieler Metall- und anderer Kugeln befindlich war, eingeſchickt hatte. Die Societät bemerkte ſehr bald, daſs den ſo mühſamen und koſtſpieligen Verſuchen über jenen Gegenſtand ſich ein ſehr einſichtsvoller und thätiger Naturforſcher unterzogen hatte, und der Gegenſtand ſelbſt ſo bearbeitet war, daſs durch Abſonderung der brauchbaren Verſuche von den zweideutigen und durch Nebenumſtände verſtellten, und durch eine genaue Beſchreibung der bei den Verſuchen angewandten Apparate, Vorſichten und Hülfsmittel, alles geleiſtet war, was den Wünſchen der Societät entſprechen könnte.

Die Verſuche hat der Verfaſſer mit 66 verſchiedenen Körpern, nahmentlich Gold, Silber, Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Queckſilber, Wismuth, Meſſing, Eiſen, Antimonium, Nickel; Miſchungen aus Kupfer und Blei, Zinn und Blei und verſchiedenen andern Metallen;

Kalk- und Sandstein, Glas, Schwefel, Phosphor, weißem Wachse, Elfenbein, Molybdän; schwarzer, rother und weisser Kreide; Gyps, verschiedenen Thonarten, gelbem Ocher, Ziegelstein, schwarzem Horn, 18 verschiedenen, zum Theil ausländischen, Hölzern; Büchen- und Tannenkohle; Alkohol; Terpenthinöhl; Schwefelsäure; Mandelöhl; Salpetersäure; Fett; rothem Quecksilberpräcipitat; Semen Lycop. und Wasser, angestellt, und hierbei oft mehrere Stunden lang von Minute zu Minute den Gang ihrer Erwärmung in dem Sonnenlichte beobachtet. Auch hat er sorgfältig die absoluten und specifischen Gewichte der angewandten Körper bestimmt, und bei jedem Versuche, der alle Mahl mit 6 Körpern zugleich angestellt wurde, den Zustand der Atmosphäre angegeben: Thermometerstand im Schatten und im Sonnenlichte, Barometerhöhe, Beschaffenheit des Windes, Feuchtigkeit der Luft, und was sonst auf die Versuche Einfluss haben konnte. Den Körpern selbst hat er die zu gegenwärtigem Zwecke bequemste Form einer Kugel, (von etwa 1 pariser Zoll im Durchmesser,) gegeben, und sie mit einer cylindrischen, bis in den Mittelpunkt hinab gehenden, Höhlung versehen, um die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers aufzunehmen. Das Uebrige der Höhlung wurde dann mit einer Art von Pfropf verschlossen, der gleichfalls cylindrisch, und aus zwei Stücken dergestalt zusammen gefügt wurde, dass er die Röhre des Thermometers umfasste. Er diente so zugleich zur Befestigung des Thermometers, dass es mit dem Körper selbst an ein schickliches Gestell aufgehängt werden konnte. Der Pfropf bestand, wo es anging, immer aus der Materie des zu untersuchenden Körpers selbst, und der Zwischenraum zwischen dem Pfropfe und der Thermometerkugel wurde auch noch mit Spänen und Pulvern von derselben Materie angefüllt.

Der Verfaſſer bemerkte bei der wirklichen Anſtellung der Verſuche ſehr bald, daſs der verſchiedene Glanz der gebrauchten Körper, zumahl der Metalle, einen erheblichen Einfluſs auf ihre Erwärmungsfähigkeit im Sonnenlichte hatte. Er hat daher auch eine Menge von Verſuchen angeſtellt, wo dieſem Nebenumſtande dadurch abgeholfen wurde, daſs er die Kugeln mit Tuſche ſchwärzte, und folglich ihre Oberfläche in Abſicht auf die Zurückwerfung des Sonnenlichtes durchaus in einen gleichen Zuſtand verſetzte, welches für die wahre und eigenthümliche Erwärmungsfähigkeit ihrer *Maſſe* von groſser Wichtigkeit war. Bei andern Verſuchen wurden die Kugeln auch mit einer weiſsen Farbe überzogen. Die Reſultate ſeiner Verſuche ſind auf dieſe Art nach den verſchiedenen Zuſtänden der Oberfläche der angewandten Körper geordnet. Flüſſige Materien wurden in dünne Glaskugeln eingeſchloſſen, wobei denn freilich die ganz reine Erwärmungsfähigkeit derſelben, wegen der Glashülle, nicht unmittelbar, ſondern erſt durch Hülfe einiger Nebenbetrachtungen gefunden werden konnte, ſo wie man denn überhaupt leicht einſieht, daſs mit mehrern Verſuchen Rechnungen verbunden werden muſsten, um die comparativen Verhältniſſe der Erwärmung, den gröſsten Grad der Wärme, u. dgl., gehörig zu erhalten. Auch wurden einige Verſuche über die allmähliche Abnahme der Wärme, welche die Körper in dem Sonnenlichte erhalten hatten, angeſtellt, woraus ſich die Folgerungen in Abſicht auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Körper machen laſſen, die der Verfaſſer noch in einer zweiten Abhandlung mittheilen will, die zwar eigentlich die Preisfrage ſelbſt nicht betrifft, aber doch ſonſt von Wichtigkeit ſeyn wird. Denn da die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht wahrſcheinlich durch eine Capacitätsänderung der Körper, oder, wenn man will, durch einen che-

mischen Einfluſs des Sonnenlichtes hervor gebracht wird; ſo läſst ſich erwarten, daſs, wenn ſich die im Sonnenlichte erwärmten Körper wieder abkühlen, und alſo die entſtandene ſenſible Wärme, wenigſtens zum Theil, wieder in ſpecifiſche oder gebundene übergeht, die Erkaltungsgeſetze ganz anders ausfallen müſſen, als wenn Körper bloſs durch Mittheilung der Wärme von andern erwärmt geweſen ſind.

Man wird überhaupt nicht zweifeln, daſs die ſämmtlichen Verſuche des Verfaſſers zur Erweiterung der Wärmelehre von ſehr groſsem Nutzen ſeyn werden, und das um ſo mehr, da über den vorgelegten Gegenſtand faſt noch gar keine Verſuche bekannt waren. Sie zeigen in Abſicht auf die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte oft ſehr auffallende und unerwartete Verhältniſſe, welche die gröſste Aufmerkſamkeit verdienen, und dem Forſcher zu manchen neuen Aufſchlüſſen und Unterſuchungen den Weg vorbereiten. Es iſt hier der Ort nicht, die zahlreichen, von dem Verf. gefundenen, Verhältniſſe auszuzeichnen; und da die Abhandlung ohne Zweifel auch bald im Drucke erſcheinen wird, ſo begnügen wir uns hier im Allgemeinen mit der Anzeige ihres Inhalts. Ein Mitglied der Societät hätte gewünſcht, unter den unterſuchten Körpern noch zwei andere zu finden, nämlich die Platina, und das Rohr, als einen vegetabiliſchen Körper, deſſen leichtes Annehmen von Wärme ihn ſogar ſchon den Gärtnern in Holland bei Treibereien empfiehlt.

Uebereinſtimmend fiel das Urtheil der Societät dahin aus, daſs dieſer Abhandlung mit vollem Rechte der ausgeſetzte Preis gebühre. Nach Eröffnung des verſiegelten Zettels wurde als Verfaſſer bekannt, Herr Karl Wilhelm Böckmann, Prof. der Naturlehre in Carlsruhe, den man auch ſchon durch mehrere in-

tereſſante Schriften und Aufſätze als einen ſehr thätigen Naturforſcher kennt.

Die zweite Abhandlung, mit dem Motto: *Rom iſt nicht in Einem Tage gebauet*, empfiehlt ſich zwar ebenfalls durch gute und zweckmäſsige Verſuche; da ſie ſich indeſſen nur mit 12 verſchiedenen Körpern beſchäftigt, ſo ſteht ſie der erſten Abhandlung in Rückſicht der Menge von Verſuchen bei weitem nach. Jedoch verdient bemerkt zu werden, daſs der Verf. bei ſeinen Verſuchen auch auf die Ausdehnung der Körper durch die erhaltene Sonnenwärme Rückſicht genommen, und ſie durch ein ſehr einfaches und ſinnreich angebrachtes Pyrometer zu beſtimmen geſucht hat. Bei den Metallen betrug dieſe Aenderung des Volumens freilich ſehr wenig. Etwas beträchtlicher war ſie bei den Hölzern, die dann zugleich auch eine Aenderung ihres Gewichts erfuhren, die dadurch beſtimmt wurde, daſs der ganze Apparat zugleich an einem empfindlichen Wagebalken hing. Beide Aenderungen möchten jedoch in der Hauptſache keinen groſsen Einfluſs auf die erhaltenen Reſultate haben. Dem Verfaſſer gebührt das Acceſſit mit einer ehrenvollen Erwähnung.

Als Verfaſſer dieſer zweiten Abhandlung nannte ſich ſpäterhin Fr. Meinshauſen, Obermechanicus zu Ludwigsluſt.

Bei dieſer Gelegenheit brachte die Societät nochmahls die hiſtoriſche Preisfrage für den *November* 1804 in Erinnerung: Eine aus den Quellen geſchöpfte und mit Auswahl und Kritik abgefaſste *Geſchichte der Meteorologie*, von den Griechen und Römern an, bis auf die neuern Zeiten, (*Annalen*, XII, 631.) Der Preis iſt 50 Dukaten, und der ſpäteſte Termin der Einſenduug *vor Ausgang Septembers* gegenwärtigen Jahrs.

Zugleich machte die phyſikaliſche Klaſſe folgende *neue Preisfrage für den November* 1805 bekannt: Da der

eigentliche Gefäſsbau der Gewächſe von einigen neuern Phyſiologen geläugnet, von andern, zumahl ältern, angenommen wird; ſo wären neue *mikroſkopiſche* Unterſuchungen anzuſtellen, welche entweder die Beobachtungen Malpighi's, Grew's, du Hamel's, Muſtel's, Hedwig's, oder die beſondere, von dem Thierreiche abweichende, einfachere Organiſation der Gewächſe, die man entweder aus einfachen, eigenthümlichen Fibern und Faſern, (Medicus,) oder aus zelligem und röhrigem Gewebe, (*tiſſu tubulaire*, Mirbel,) hat entſtehen laſſen, beſtätigen müſsten.

Dabei wären noch folgende untergeordnete Fragen zu berückſichtigen: a. Wie vielerlei Gefäſsarten laſſen ſich von der erſten Entwickelungsperiode derſelben an mit Gewiſsheit annehmen? b. Wenn dieſe wirklich exiſtiren, ſind die gewundenen Faſern, welche man Spiralgefäſse (*vaſa ſpiralia*) nennt, ſelbſt hohl, und bilden ſie alſo Gefäſse, oder dienen ſie durch ihre Windungen zur Bildung eigner Kanäle? c. Wie bewegen ſich in dieſen Kanälen die tropfbaren Flüſſigkeiten ſo wohl, als Luftarten? d. Entſtehen durch Verwachſung dieſer gewundenen Faſern die Treppengänge, (Sprengel,) oder umgekehrt jene aus dieſen? (Mirbel.) e. Entſtehen aus den Treppengängen Splint (*alburnum*, *l'aubier*) und Holzfaſern, oder dieſe aus urſprünglich eigenthümlichen Gefäſsen, oder dem röhrigen Gewebe?

XIII.

PREISVERTHEILUNG.

Zur Beantwortung der Preisfrage der *Landhaushaltungs-Gesellschaft* zu *Kopenhagen*, über die *Anwendung der Knochen zur menschlichen Nahrung*, waren 9 Abhandlungen bei der Gesellschaft eingelaufen. In der Versammlung, welche sie am 3ten Mai dieses Jahres hielt, wurde die grosse goldene Medaille, als erster Preis, der Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Professor E. Viborg bei der Veterinärschule und der Commerzcollegien - Assessor Rafn sind. Die zweite goldene Medaille, als Accessit, erhielt die Abhandlung des geheimen Raths Hermbstädt in Berlin.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, SECHSTES STÜCK.

I.

BEOBACHTUNGEN

über die Strahlenbrechung,
angeſtellt
zu Eckwarden an der Jahde

vom

Dr. H. W. Brandes.

Daſs die ſcheinbare Höhe, um welche wir Gegenſtände auf der Erde über dem Horizonte erhoben ſehen, wegen der Strahlenbrechung in unſerer Atmoſphäre von derjenigen Höhe etwas verſchieden iſt, welche dem Gegenſtande nach ſeiner Lage, bloſs geometriſch betrachtet, zukommen würde, oder in welcher wir ihn ſehen müſsten, wenn der Lichtſtrahl von ihm durch ein Vacuum zu uns käme, iſt eine allgemein und lange bekannte Sache. Aber wie groſs dieſer Höhenunterſchied, oder die Krümmung des Lichtſtrahls ſey? — ob ſie conſtant iſt, oder zwiſchen welchen Gränzen ſie variire? — von welchen Veränderun-

gen im Zustande der Atmosphäre solche Variationen herrühren mögen? — wie sie von der Entfernung, wie von der Höhe des Gegenstandes abhängen? — welche Aenderung sich ergebe, wenn der Beobachter seinen Standpunkt höher oder niedriger wählt? — das sind Fragen, deren einige man zwar früh genug aufwarf und beantwortete, jedoch früher, als man daran gedacht zu haben scheint, die Natur selbst über die Richtigkeit dieser Antworten zu befragen.

In neuern Zeiten ist bekanntlich durch Beobachtungen etwas mehr für diesen Gegenstand geleistet worden, da Herrn Woltmann's und anderer Bemühungen allerdings dahin gingen, für einige jener Fragen eine mehr der Natur gemäfse Beantwortung zu finden; gleichwohl bleibt noch sehr vieles zu untersuchen übrig. — Eine kurze Uebersicht der aus den bisherigen Beobachtungen hervor gehenden Resultate stünde hier vielleicht nicht am unrechten Orte; aber der Mangel an litterärischen Hülfsmitteln, dem man in einem etwas entlegenen Dorfe nicht wohl abhelfen kann, macht es mir unmöglich, diese mit einer auch nur mäfsigen Vollständigkeit zu liefern, *) und nö-

*) Eine solche kurze Uebersicht findet der Leser in dem Artikel: *Strahlenbrechung*, in den *Annalen*, XII, 736. Möge sie Hrn. Dr. Brandes veranlassen, diese Materie mit der ihm eignen Klarheit und Gründlichkeit noch mehr zu erschöpfen.

thigt mich sogar, um die Nachsicht des Lesers zu bitten, wenn etwa Unbekanntschaft mit einigen jener Bemühungen durchblicken sollte; so ungeziemend eine solche Unbekanntschaft auch immerhin demjenigen seyn mag, der Hoffnung erregt, etwas Neues zu sagen. Indess, neu oder nicht neu, — alle Mahl darf man doch hoffen, dass eine Reihe von Beobachtungen, wo nicht zu neuen Kenntnissen, doch wenigstens zur Bestätigung oder Berichtigung der schon erlangten dienen könne.

Zweck der Beobachtungen.

Da aus Hrn. Woltmann's Beobachtungen *) bekannt war, dass die scheinbare Höhe entfernter Gegenstände über dem Horizonte sehr veränderlich ist; so schien es der Mühe werth, zu untersuchen, ob es bestimmte Regeln gebe, nach welchen diese Variation theils von der Entfernung und Höhe des Gegenstandes, theils von dem höhern oder niedrigern Standpunkte des Beobachters abhänge. Beobachtungen, welche bestimmt auf die Aufsuchung solcher Regeln gerichtet gewesen wären, kannte ich nicht, und von theoretischen Regeln

Um ihm dazu desto mehr Veranlassung zu geben, unterdrücke ich alle Bemerkungen zu gegenwärtigem Aufsatze, so vielen Stoff mir auch jene Uebersicht dazu an die Hand zu geben schien. *d. H.*

*) Man sehe von ihnen *Annalen*, III, 397 f., und IX, 34 f. *d. H.*

läſst ſich wohl hier, wo wir noch ſo manche Umſtände nicht kennen, wenig Gewiſſes erwarten.

Sollten aber ſolche Regeln durch Beobachtungen entdeckt werden, ſo kam es vor allen Dingen darauf an, die Gegenſtände, deren Höhenänderung mit einander verglichen werden ſollte, ſo zu wählen, daſs alle übrige Umſtände bei ihnen möglichſt gleich wären. Dieſes hätte ſich nun in unſerm flachen Lande, wo die Erdfläche bis auf unbedeutende Kleinigkeiten ganz eben iſt, wo der Boden überall von einerlei Art iſt, u. ſ. w., wohl erreichen laſſen; aber die Lage meines Wohnortes erlaubte mir alsdann nicht, Gegenſtände, die weiter als 1 Meile entfernt lagen, zur Beobachtung zu wählen, da in der einzigen Gegend, wo meine Geſichtslinie weiter als 1 Meile über Land geht, (nach Oſten,) ſich kein brauchbarer Gegenſtand fand. Um alſo Gegenſtände von ungleicher Entfernung zu erhalten, hätte ich einige ſehr nahe wählen müſſen, und ich wuſste nicht, ob die Höhenänderungen alsdann nicht ſo unbedeutend werden würden, daſs ſie ſich unter den Beobachtungsfehlern verlören. Ich muſste daher für die Hauptreihe meiner Beobachtungen Gegenſtände jenſeits der Jahde wählen, und mich begnügen, dieſelben ſo auszuſuchen, daſs die Lage möglichſt ähnlich, wenn auch nicht ganz gleich wäre. Doch unternahm ich zugleich einige Beobachtungen an Gegenſtänden, die im Lande, und ziemlich nahe lagen; und da dieſe beweiſen, daſs ſelbſt bei ge-

ringen Entfernungen noch ſehr merkliche Variationen der ſcheinbaren Höhe Statt finden, ſo hoffe ich im nächſten Sommer eine vollſtändige Reihe von Beobachtungen an ſolchen Gegenſtänden anzuſtellen, von denen der Lichtſtrahl ganz über eine trockene Erdfläche zum Auge kommt. Inzwiſchen glaube ich auch die bisherigen, auf ungleich entfernte Gegenſtände gerichteten Beobachtungen nicht ganz verwerfen zu dürfen, obgleich einige Verſchiedenheit der Gegend, über welche der Weg des Lichtſtrahls ging, Statt findet, da mehrere der beobachteten Gegenſtände dicht am Ufer der Jahde, andere etwas im Lande lagen, auch die Geſichtslinie nach einigen über tiefes Waſſer, nach andern über flache Sand- und Schlammgründe ging, die bei der Ebbe trocken werden.

Methode der Beobachtung.

Ueber die Methode der Beobachtung brauche ich wenig zu ſagen, da es die ganz einfache, auch von Hrn. Woltmann gebrauchte, iſt, wo nämlich zwei Signalpfähle nach der Richtung des zu beobachtenden Gegenſtandes geſetzt werden, und man am einen das Fernrohr ſo hoch erhebt oder herab ſenkt, bis die Oberfläche des Gegenſtandes gerade von der ebenen Oberfläche des zweiten Pfahls verdeckt wird. Die Verſchiedenheit der Höhe des Fernrohres, welche man in Zollen, u. ſ. f., erhält, giebt die Variation der ſcheinbaren Höhe des Gegenſtandes an, und dieſe druckt

man leicht in Minuten und Secunden aus, wenn man die Höhenunterſchiede in der Lage des Fernrohres als Bogen eines Kreiſes betrachtet, deſſen Radius die Entfernung der beiden Signalpfähle von einander iſt.

Gröſse der Fehler, welche bei dieſen Beobachtungen vorkommen.

Die Forderung, das Fernrohr ſo hoch zu erheben oder zu ſenken, daſs die Oberfläche des zweiten Pfahls genau die Oberfläche des beobachteten Gegenſtandes decke, läſst ſich nicht mit der allerſtrengſten Genauigkeit erfüllen. Selbſt bei den günſtigſten Umſtänden, wo der Gegenſtand völlig deutlich erſcheint, bleibt doch eine kleine Unſicherheit übrig, ſo fern man nämlich ein geringes Vorragen des einen oder andern wegen der Kleinheit des Sehewinkels nicht mehr wahrnehmen kann. Bei einem Fernrohre von 20mahliger Vergröſserung könnte dieſer Fehler doch wohl 3 Sec. betragen; und wenn es ſich bei Vergleichung zweier Beobachtungen träfe, daſs ein Mahl das Signal und das andere Mahl der beobachtete Gegenſtand um dieſe Gröſse hervor geragt hätte, ſo würde in dem Reſultate dieſer Vergleichung ein Fehler von 6 Sec. Statt finden können.

Es läſst ſich aber leicht überſehen, daſs man hier wohl gröſsere Fehler erwarten darf. Man ſieht die Gegenſtände ſelten ſo völlig klar, als

nothwendig wäre, um Theile zu unterſcheiden, deren Sehewinkel nur ſo klein iſt, und bei einigen, die man nicht am äuſserſten Horizonte gegen den hellen Himmel ſieht, ſondern hinter denen andere dunkle Gegenſtände liegen, iſt die ganz ſcharfe Beſtimmung der Gränze noch ſchwieriger. Hierzu kömmt, zumahl bei windigem Wetter, der Mangel an Ruhe, an der gehörigen Feſtigkeit des Inſtruments, u. ſ. w.

Wie groſse Fehler bei dieſer Reihe von Beobachtungen ungefähr vorgekommen ſind, läſst ſich am beſten aus Folgendem ſchlieſsen. Es wurden unter andern von *einem* Standpunkte aus drei gleich entfernte, dicht bei einander liegende Gegenſtände, (zwei Häuſer und die Kirche im Dorfe Seefeld,) beobachtet, an denen nichts verſchieden war, als ihre Höhe. Der Unterſchied ihrer ſcheinbaren Höhe blieb nicht immer gleich groſs; aber es war doch wohl gewiſs, daſs, wenn der Höhenunterſchied des höchſten und niedrigſten Gegenſtandes ſich einmahl kleiner fand, als zur andern Zeit, alsdann auch der Gegenſtand von mittlerer Höhe eine ähnliche Aenderung zeigen muſste. Gaben die Beobachtungen dies anders an, ſo konnte das nur von Fehlern in der Beobachtung ſelbſt herrühren, und ich kann wohl annehmen, daſs unter den funfzig Reihen dieſer Beobachtungen einige vorkommen, wo der Fehler ſo groſs iſt, als er überhaupt hier werden konnte. Unter dieſen Beobachtungen finden ſich zwar manche, wo der

mittlere Gegenſtand um 7″ höher oder niedriger angegeben iſt, als er in Vergleichung mit den beiden andern ſeyn konnte; bei einigen ſteigt der Fehler auch wohl auf 10 Sec.; aber bei äuſserſt wenigen auf 14 Sec. Da nun hier die Beſtimmung des Fehlers ſchon aus Vergleichung zweier Beobachtungen, die beide etwas fehlerhaft ſeyn konnten, hergeleitet iſt; ſo kann ich wohl mit Sicherheit annehmen, daſs nur wenige Beobachtungen vorkommen, die, einzeln betrachtet, einen Fehler von 8 Sec. enthalten, und bei den allermeiſten iſt er gewiſs, wie die nähere Vergleichung jener drei Reihen zeigt, ganz unbedeutend.

Lage der Standpunkte, Entfernungen der Signalpfähle, u. ſ. f.

Da unſre Marſchen gegen die Jahde bedeicht ſind, ſo wurden die Beobachtungsplätze, um die jenſeitigen Gegenſtände zu ſehen, am beſten auf dieſen Deichen genommen. Nur Eine Station wurde auſserhalb des Deiches gewählt, um die Unterſuchung, welchen Einfluſs die Höhe des Standpunktes habe, anſtellen zu können. Ich lege eine kleine Zeichnung von der Lage des Deichs in dieſer Gegend bei, (Taf. II, Fig. 1,) um mich auf die darin gebrauchten Buchſtaben beziehen zu können, und die Beſchreibung der Standpunkte abzukürzen. Es waren eigentlich vier Standpunkte, von wo aus Beobachtungen angeſtellt wurden, nämlich die mit *I, A, C, H* bezeichneten Punkte.

Der Pfahl *I* ſtand auf einem niedrigen Boden, und das Auge des Beobachters war in den meiſten Fällen 4 bis 5 Fuſs über die mittlere Fluthhöhe erhoben; nur bei ſehr ſtarker Refraction muſste man das Fernrohr wohl 2 Fuſs tiefer, und einige Mahl noch niedriger herab ſenken. Es wurde über *K* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn beobachtet; die Entfernung *IK* war = 830 oldenb. Fuſs, alſo 1 Zoll Erhebung des Fernrohres = 20,7 Secunden im Bogen.

Der *zweite Standpunkt A* liegt auf dem Deiche, ſo daſs das Auge des Beobachters in den meiſten Fällen 18 bis 19 Fuſs hoch über der mittlern Fluthhöhe war. Hier wurde nach drei verſchiedenen Richtungen beobachtet: über *E* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn; über *D* die Oberfläche eines Hauſes in Damgaſt und zugleich die Oberfläche einer dortigen grünen Anhöhe, (indem man die Lage des Fernrohres ſo änderte, daſs die Spitze von *D* anfangs die Oberfläche des Hauſes, dann die der Anhöhe deckte.) Endlich wurden über *H* und die dicht dabei ſtehenden Pfähle *F, G* drei Gegenſtände in Seefeld und der dortige Deich beobachtet. Hier waren die Entfernungen *AE* = 1242 Fuſs; *AD* = 1177 Fuſs, *AH* = 1228 Fuſs, mit *AF, AG* gleich groſs. Bei der erſten Beobachtung betrug alſo 1 Zoll Erhebung oder Senkung des Fernrohres = 13″,8; bei der zweiten Beobachtung = 14″,6; und bei der dritten = 14″,0.

Der *dritte Standpunkt* war in *C* ungefähr gleich hoch mit dem vorigen. Von hier aus wurden zwei Gegenſtände, welche dieſſeits der Jahde lagen, beobachtet, von denen alſo der Lichtſtrahl ganz über eine trockene Erdfläche zum Auge kam. Der erſte war ein Haus am Toſſenſer Deiche in der Richtung CA, der zweite ein ſehr viel näheres Haus am Eckwarder Deiche in der Richtung CH. Die Entfernungen der Signalpfähle ſind $CA = 860$ Fuſs, $CH = 993$ Fuſs, ſo daſs alſo in der erſten Linie 1 Zoll Erhebung des Fernrohres $20'',0$, in der letzten Linie $17'',3$ beträgt.

Der *vierte Standpunkt* H endlich diente zu Beobachtung der Höhe eines Hauſes am Heppenſer Deiche jenſeits der Jahde und dieſes Deiches ſelbſt, nach der Richtung HB. Die Höhe dieſes Standpunkts iſt den beiden vorigen ſehr nahe gleich, die Entfernung $HB = 1025$ Fuſs, alſo der Werth eines Zolles $= 16'',8$.

Dieſe Beſchreibung zeigt zugleich, daſs die Beobachtungen nicht vollkommen gleichzeitig ſeyn konnten; denn es vergingen gewöhnlich 15 bis 20 Minuten, ehe die ganze Reihe beendigt wurde. Gleichwohl ſind meiſten Theils die Beobachtungen im Journale neben einander geſetzt und als gleichzeitig vorgeſtellt, weil man in den meiſten Fällen annehmen kann, daſs in ſo kurzen Zwiſchenzeiten die Refraction ſich nicht merklich ändert; in denjenigen Fällen aber, wo ſo ſchnelle Aenderungen zu vermuthen waren, iſt die Zeit jeder Beobachtung beſonders angemerkt.

Lage und Entfernung der beobachteten Gegenstände.

Die Namen der Oerter, wo die beobachteten Gegenstände lagen, habe ich eben schon erwähnt; ich will jetzt ihre Lage näher beschreiben. Vielleicht thue ich etwas Ueberflüssiges, wenn ich hier die ganze Gegend beschreibe, über welche der Lichtstrahl seinen Weg bis zum Auge nehmen musste; aber da es noch unentschieden ist, ob nicht die Aenderungen der Refraction mit hiervon abhängen, so glaube ich doch diese Beschreibung nicht übergehen zu dürfen.

Die *Kirche zu Bockhorn* ist 64000 rheinl. Fuss entfernt,*) und liegt südwestwärts, mit einer Abweichung von etwa 45° vom Meridian, in einer sandigen Gegend, auf einer kleinen Anhöhe, beinahe 18000 Fuss vom Ufer der Jahde. Die Lichtstrahlen von daher gehn zuerst 8000 Fuss über Sandgrund, dann aber bis ans Ufer der Jah-

*) Von *I* an gerechnet sind es 65400 F.; ich glaube nicht, dass dieser Unterschied von Einfluss ist. Uebrigens sind diese Entfernungen auf rheinl. Fusse reducirt, um Vergleichungen mit andern Beobachtungen zu erleichtern. Bei den Entfernungen der Signalpfähle musste ich das oldenburgische Maass beibehalten, weil die Höhenänderung in der Lage des Fernrohres in diesem Maasse ausgedruckt war; auch sind diese Entfernungen zu andern Vergleichungen unwichtig. *Br.*

de über eine niedrigere Marſchgegend, und kommen, vom Ufer der Jahde ab, nicht eher wieder über trockenes Land, als bei dem Signale *E* am hieſigen Ufer. Dieſe ganze Strecke iſt bei voller Fluth allenthalben mit Waſſer bedeckt, bei tiefſter Ebbe hingegen werden am jenſeitigen Ufer ein ſchlammiger Wattgrund, etwa 8000 Fuſs breit, und einige kleine Sandbänke von Waſſer entblöſst.

Das beobachtete *Haus in Damgaſt* iſt 37600 Fuſs, und die zugleich beobachtete grüne Anhöhe 33000 rheinl. Fuſs entfernt. Der Zwiſchenraum zwiſchen beiden iſt eine ſandige Anhöhe, die bis ans Ufer der Jahde reicht, von wo an der Lichtſtrahl noch etwa 4000 Fuſs über flache Wattgründe geht, die bei der Ebbe trocken werden, bei Fluth aber mit Waſſer bedeckt ſind. Der folgende Theil des Weges, den der Strahl durchläuft, iſt faſt einerlei mit dem bei der Bockhorner Kirche erwähnten, da die Richtungen, nach welchen dieſe Gegenſtände liegen, wenig verſchieden ſind; es iſt nämlich des Hauſes in Damgaſt Entfernung vom Meridian 40 Grad weſtl.

Seefeld iſt ein Dorf in der oldenburgiſchen Marſch, wohin die Geſichtslinie auch gröſsten Theils über Waſſer geht. Es liegt gegen Südoſten, 50° vom Meridian, 34500 Fuſs entfernt. Hier waren zwei Häuſer von ungleicher Höhe und die noch höhere Kirche die Gegenſtände der Beobachtung; alle drei liegen nahe bei einander, und alle Umſtände ſind daher bei ihnen gleich, bloſs

die Höhe ausgenommen. Der Lichtſtrahl geht bis an den Deich 7700 Fuſs weit über eine Marſchebene, und dann noch etwas mehr als 2000 Fuſs weit über trockenes begrüntes Land, welches auſserhalb des Deiches liegt. Auch der eben erwähnte, in derſelben Richtung liegende Deich wurde zugleich mit beobachtet. Die Geſichtslinie von demſelben her geht, wie ich ſchon erwähnte, anfangs 2000 Fuſs weit über trockenes Land, dann aber durch eine Strecke von beinahe 14000 Fuſs über Wattgründe, wovon ein Theil ſehr hoch iſt und nur um die Zeit der vollen Fluth eine oder einige Stunden mit Waſſer bedeckt wird; der übrige Theil iſt niedrig, ſo daſs erſt gegen die Zeit der niedrigſten Ebbe die ganze Fläche von Waſſer entblöſst wird. Weiterhin gehen die Lichtſtrahlen bis ans hieſige Ufer über tieferes Waſſer; und nur dicht am Ufer wird bei Ebbe wieder eine kleine Strecke von Waſſer frei.

Die beiden letzten Gegenſtände endlich, die jenſeits der Jahde lagen, waren ein *Haus am Heppenſer Deich* und die *Oberſläche dieſes Deiches* ſelbſt. Die Richtung dahin iſt faſt genau weſtlich, die Entfernung des Hauſes 17500 rheinl. Fuſs, die des Deichs ſehr wenig kleiner; beide liegen nur 200 Fuſs vom Ufer der Jahde ab, und der Lichtſtrahl geht an beiden Ufern der Jahde nur über ſchmale Streifen von Watt, das bei der Ebbe trocken wird, meiſtens aber über tiefes Waſſer.

Dieſe Beſchreibung zeigt vorläufig, daſs un-

ter den ungleich entfernten Gegenſtänden ſich wenigſtens einige befanden, bei denen die Lage, nahe am Ufer der Jahde, und die ganze Gegend, worüber die Geſichtslinie ging, ſo ähnlich war, daſs ſie wohl zu beſtimmter Vergleichung dienen können; — wie fern aber die weniger ähnliche Lage eine ſolche Vergleichung unſicher mache, muſs, wenn die Reſultate der Beobachtung es fordern, nachher unterſucht werden.

Auſser dieſen jenſeits des Waſſers liegenden Gegenſtänden wurden dann auch noch zwei beobachtet, wohin die Geſichtslinie ganz über trockenes Land geht. Nämlich ein nordwärts liegendes *Haus am Toſſenſer Deiche*, 21140 rheinl. Fuſs entfernt, (5° vom nördl. Merid. öſtlich,) und ein faſt genau nach Oſten liegendes *Haus am Eckwarder Deiche*, deſſen Entfernung vom Beobachter nur 2840 rheinl. Fuſs betrug. Bei dem letztern ging der Lichtſtrahl durch den gröſsten Theil ſeines Weges nahe über der Oberfläche des Deiches hin, und vielleicht trug dieſer Umſtand mit dazu bei, die Variationen der ſcheinbaren Höhe gröſser zu machen, als man ſie bei dieſer ſehr geringen Diſtanz erwarten konnte.

Beſtimmung des Nullpunkts, von welchem an die Variationen der Höhe gezählt werden.

Ich habe bei der Beſchreibung der beobachteten Gegenſtände nichts von ihrer ſcheinbaren

Höhe gefagt, deren Verfchiedenheit doch gerade hier von vorzüglicher Wichtigkeit ift. Diefes konnte ich nicht thun, ohne vorher zu beftimmen, welche Angabe derfelben ich als die richtige, oder als die Regel annehmen wollte, von der die übrigen blofs zufällige Abweichungen find. Jeder Gegenftand erfcheint bald höher und bald niedriger, und vielleicht niemahls in derjenigen Höhe, die ihm zukäme, wenn gar keine Refraction Statt fände; aber wenn man eine ziemliche Reihe von Beobachtungen vergleicht, fo fieht man, dafs unter den verfchiedenen Angaben *eine* vorzüglich häufig wieder kömmt, und dafs die Fälle, wo der Gegenftand höher oder niedriger erfchien, immer feltener vorkommen, je weiter die angegebene Höhe fich von jener entfernt. Diefer Zuftand könnte alfo der gewöhnliche Zuftand heifsen, und, in Ermangelung eines beftimmtern Nullpunkts, fürs erfte mit Null bezeichnet werden. Beffer wäre es freilich, wenn man die Lage und wahre Höhe des beobachteten Gegenftandes fo genau ausmitteln könnte, dafs fich beftimmt angeben liefse, wie hoch über dem Horizonte derfelbe erfcheinen müfste, wenn der Lichtftrahl ganz ungebrochen ins Auge käme. Dann könnte man diefe Höhe mit Null bezeichnen, und erhielte in dem hiernach eingerichteten Verzeichniffe der beobachteten Höhen nicht blofse *Unterfchiede*, fondern fogleich den ganzen Winkel, den der gebrochene Strahl am Ende feines Weges mit der Sehne macht,

oder die wahre Gröſse der Refraction ſelbſt. Aber die Beſtimmung dieſes wahren Nullpunkts der Refraction hat gewöhnlich allzu groſse Schwierigkeiten, da man über die Höhe des Gegenſtandes ſelten bis auf 1 Fuſs würde gewiſs werden können, ohne wenigſtens ein oberflächliches Nivellement durch die ganze Gegend zu Hülfe zu nehmen. — Einen Verſuch, dieſen Nullpunkt ungefähr zu beſtimmen, werde ich indeſs nachher anführen.

Gegen den zuerſt erwähnten und im folgenden Journal wirklich gebrauchten Nullpunkt läſst ſich allerdings manches einwenden. Es iſt nicht ausgemacht, daſs bei einer zweiten Reihe von Beobachtungen ſich ganz genau dieſelbe Höhe wieder am häufigſten finden würde; dieſer Nullpunkt läſst ſich alſo nicht mit Sicherheit wieder auffinden. — Ferner, die verſchiedenen Gegenſtände kamen zu einerlei Zeit zwar ziemlich nahe, aber doch nicht alle genau auf ihren Nullpunkt zurück, und folglich könnte aus künftigen Beobachtungen für verſchiedene Gegenſtände eine ungleiche Verrückung der Null folgen. — Zu genau vergleichbaren Beobachtungen dient alſo dieſe Art, zu zählen, nicht, aber ſie ſcheint mir gleichwohl, um die Variationen auszudrucken, am bequemſten, ſo lange der wahre Nullpunkt ſich nicht beſtimmen läſst.

Es verſteht ſich alſo nun, wenn von der ſcheinbaren Höhe eines Gegenſtandes über dem

Horizont, als von etwas bestimmtem, die Rede ist, dass alsdann diejenige Höhe zu verstehen sey, in welcher er bei diesem gewöhnlichsten Zustande erschien. Dagegen muss man, um zu finden, wie hoch er zu anderer Zeit gesehen worden, zu dieser bestimmten Höhe diejenige Zahl addiren, welche als zu jener Zeit beobachtet im Journale der Beobachtungen steht.

Scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände.

Der Punkt, wo das Fernrohr an dem Pfahle *I* bei dem erwähnten gewöhnlichen Zustande seine Stelle hatte, welchen ich kurz den *Nullpunkt* nennen will, lag um 1 Zoll höher als die Spitze von *K*.

Eben so lag an *A* der Nullpunkt für die Oberfläche der Kirche zu Bockhorn $4\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *E*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Hauses in Damgast $5\frac{5}{8}$ Zoll höher, als *D*; — der Nullpunkt für die Oberfläche der Anhöhe daselbst $9\frac{1}{8}$ Zoll höher, als die Spitze von *D*; — der Nullpunkt für die Kirche zu Seefeld $3\frac{5}{8}$ Zoll niedriger, als die Spitze von *H*; — der Nullpunkt für das höhere Haus in Seefeld 5 Zoll höher, als *F*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des niedrigsten Hauses in Seefeld $8\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *G*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Seefelder Deichs endlich $10\frac{3}{4}$ Zoll höher als eben diese Spitze von *G*.

Für die Beobachtungen, welche in *C* angeſtellt wurden, lag der Nullpunkt für das Haus am Toſſenſer Deiche $1\frac{7}{8}$ Zoll niedriger, als die Spitze von *A*; — für das nähere Haus am Eckwarder Deiche $4\frac{1}{4}$ Zoll höher, als *H*.

Endlich wurden von *H* aus die Oberfläche eines Hauſes am Heppenſer Deiche und dieſes Deiches ſelbſt beobachtet; der Nullpunkt für erſtere lag $7\frac{1}{4}$ Zoll niedriger, für letztere $6\frac{1}{2}$ Zoll höher, als die Spitze von *B*. *)

Hieraus ergeben ſich folgende *ſcheinbare Höhen* der beobachteten Gegenſtände:

Von *I* aus erſchien die Oberfläche der Bock-

*) Dieſe Höhen ſind zwar mit keinen ſehr vollkommenen Hülfsmitteln beſtimmt worden, indeſs ſind es die Mittel aus mehrern nicht weit von einander abweichenden Beſtimmungen, und ich glaube behaupten zu dürfen, daſs ſie nur ſehr wenig von der Wahrheit abweichen können. Bloſs bei der Beſtimmung der Höhe von *H* muſste ein Fehler begangen ſeyn, der ſich zu ſpät entdeckte, weil ich die Berechnung erſt vornehmen konnte, nachdem die Signale ſchon weggenommen waren. Dieſe Höhe und die daraus abgeleiteten von *F* und *G* muſsten daher aus einigen indirecten Beſtimmungen hergeleitet werden, die für den Fall eines Irrthums zu Hülfe genommen waren: deſswegen ſind dieſe nicht ganz ſo ſicher als die übrigen, doch glaube ich nicht, daſs die Unſicherheit in den Beſtimmungen der Höhenwinkel auf 10″ geht. *Br.*

horner Kirche = 21'' unter der scheinbaren Horizontallinie.

Von *A* aus erschien die Oberfläche derselben = 1' 6'' unter der scheinbaren Horizontallinie;

die Oberfläche des Hauses in Damgast = 1' 23'' unter derselben;

die Oberfläche der Anhöhe bei Damgast = 2' 13'' unter derselben;

die Oberfläche der Kirche zu Seefeld = 0' 47'' über der scheinbaren Horizontale;

die Oberfläche des höhern Hauses daselbst = 1' 10'' unter derselben;

die Oberfläche des niedrigern Hauses daselbst = 2' 3'' unter derselben;

die Oberfläche des Seefelder Deichs = 2' 31'' unter derselben.

Von *C* aus sah man die Oberfläche des entfernten Hauses = 0' 38'' über der Horizontallinie;

die Oberfläche des nähern 1' 12'' unter derselben.

Von *D* aus endlich erschien die Oberfläche des Hauses am Heppenser Deiche = 2' 2'' über der scheinbaren Horizontallinie;

die Oberfläche des Deiches = 1' 49'' unter derselben.

Versuche, den wahren Nullpunkt zu bestimmen.

Ich habe vorhin versprochen, einiges anzuführen, was zu Bestimmung des wahren Null-

punkts der Refraction, oder derjenigen Höhe, unter welcher man ohne den Einfluſs der Refraction den Gegenſtand ſehen ſollte, dienen könne. Die Deiche an der Jahde, deren Höhe ziemlich genau bekannt iſt, können hierzu, wenn man nicht die alleräuſserſte Genauigkeit fordert, recht gut gebraucht werden.

Zuerſt will ich ein Paar Beobachtungen anführen, die den Deich in der Linie nach Bockhorn betreffen, die aber, wegen der Schwierigkeit, dieſen ſehr entfernten Deich deutlich zu erkennen, (da dunkle Gegenſtände dahinter lagen,) nicht oft wiederhohlt werden konnte. Dieſer Deich iſt 45300 rheinl. Fuſs entfernt, und ſollte daher, wenn er mit der Lage des Auges gleich hoch wäre, $= 3' 52''$ unter dem ſcheinbaren Horizonte liegen. Aber ſeine Höhe mag wohl 5 Fuſs geringer ſeyn, als die Höhe, in welcher ſich das Auge befand, wenn er von *A* aus beobachtet wurde. Für dieſen Höhenunterſchied kommen etwa $24''$ zu jener Senkung der Geſichtslinie hinzu, oder er müſste, ohne Einfluſs der Refraction, $= 4' 16''$ unter der ſcheinbaren Horizontallinie erſchienen ſeyn. Am 8ten Sept. Morgens, da andere Gegenſtände ſehr nahe in der mit Null bezeichneten Höhe erſchienen, war die ſcheinbare Tiefe dieſes Deichs unter der Horizontallinie $= 3' 31''$, alſo hätte, wenn Rechnung und Beobachtung ganz genau wären, die Refraction $45''$ betragen, welches $= \frac{1}{10,3}$ des Bogens auf der Erdoberfläche iſt, um welchen der Gegenſtand entfernt war.

Eine andere Beobachtung vom 24sten Oct. gab bei ähnlicher Höhe anderer Gegenstände die Tiefe desselben Deichs = 3′ 58″ an, so daſs damahls die Refraction nur 18″ = $\frac{1}{28}$ jenes Bogens betragen hätte; eine Verschiedenheit, die bei der Undeutlichkeit dieses Gegenstandes wohl zum Theil in der Beobachtung ihren Grund haben kann, ob es gleich auch nicht gerade entschieden ist, daſs alle Gegenstände zu derselben Zeit auf ähnliche Weise erhoben scheinen.

Derselbe Deich mag etwa 9 Fuſs höher seyn, als die Lage des Auges in *I*; er hätte daher, von *I* aus gesehen, 3′ 24″ unter dem Horizonte erscheinen sollen. Am 8ten Sept. war er hier wegen der Ebbe sichtbar und erschien 2′ 35″ unter dem Horizonte; die Refraction hätte also hier 49″ betragen, oder etwas mehr als $\frac{1}{10}$ des Bogens, der die Entfernung des Gegenstandes ausdruckt. Aber hier erschien auch die Bockhorner Kirche etwas höher, als in der gewöhnlichsten Höhe: es möchte also für den Zustand, wo ich die Null setzte, die Refraction wohl etwas geringer anzusetzen seyn.

Der Seefelder Deich, der öfter beobachtet wurde, mag ungefähr 5 Fuſs niedriger seyn, als das Auge bei dieser Beobachtung war. Wegen der Krümmung der Erde sollte er 2′ 17″ unter dem Horizonte liegen; wegen dieser 5 Fuſs aber kommen noch 38″ hinzu, so daſs er ohne Refraction 2′ 55″ unter dem Horizonte erscheinen müſste.

Die Beobachtung zeigte ihn im gewöhnlichen Zustande 2′ 31″ unter demſelben, ſo daſs dann die Refraction 24″ betragen haben müſste, welches $= \frac{1}{11,5}$ des Bogens iſt, der die Entfernung abmiſst.

Der ebenfalls häufiger beobachtete Heppenſer Deich würde, wenn er ſo hoch wäre, als ſich das Auge befand, = 1′ 29″ unter der ſcheinbaren Horizontallinie liegen; ſetze ich aber ſeine Höhe der Höhe unſers Deichs gleich, das iſt, $3\frac{1}{2}$ Fuſs niedriger, als wo das Fernrohr ſeinen Platz hatte, ſo kommen 40″ zu jener Tiefe, und er hätte 2′ 9″ unter dem Horizonte liegen müſſen, ſtatt daſs die Beobachtung, wenn ich die Höhe mit Null bezeichnete, nur 1′ 49″ angab. Die Gröſse der Refraction wäre alſo = 20″ = $\frac{1}{7}$ des Bogens, um welchen er entfernt iſt.

Sichere Folgerungen ergeben ſich alſo aus dieſen, — freilich auch allzu oberflächlichen Beſtimmungen, — nicht, indeſs ſcheinen ſie doch anzuzeigen, daſs in dem Falle, wo ich die Refraction mit Null bezeichnete, oder, wo ich den Nullpunkt der Variationen ſetze, die Ablenkung des Strahls von der geraden Linie wohl etwa auf $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ des Winkels, welchen die Verticallinien des Beobachters und des beobachteten Gegenſtandes am Mittelpunkte der Erde einſchlieſsen, möge geſetzt werden können, — ſo daſs in dieſem Falle die Lambertiſche Regel ungefähr wahr wäre.

Zeit der Beobachtung			Witterung u. s. w.
		Uhr	
März	24	11	Warm. Die Gegenstände erschienen zitternd, u. entfernte neblicht.
	25	10 11	Heiter. Kalter Ostwind. Die Gegenstände ersch. neblicht, u. wo man nahe an der Erde hinsah, zitternd. Die Gegenst. im Lande gespiegelt, u. stark zitternd.
		5 6 6	Ostwind. Keine Spiegelung mehr, auch ersch. d. Gegenst. weniger zitternd.
	26	5 5 5 5 6 6	wie gestern Abend.
	27	6	Heiter, warm, schwacher NOwind.
	28	12	Warm, heiter.
		5	Abends erschienen einige Gegenstände oberwärts gespiegelt.
	29	4 4 5 5	Gewölkt, veränderl. Wind, warm. Um 4 Uhr SO schwacher Wind, trübe Wolken, besond. in Westen; warm.

Haus am Heppenser Deiche.		Haus am Toſſenſer Deiche.		Witterung u. ſ. w.
Min.	Sec.	Min.	Sec.	
0	33	0	20	Um 5 Uhr 5 Min. fing ei ter NWwind an zu w die Luft wurde kalt u. in ſten neblig.
0	0	0	20	Bedeckt, ſchwacher, abe ter NWwind. Die entf Gegenſt. erſch. neblicht
0	0	0	20	Rauher SWwind; be Luft; entfernte Gegenſt. neblicht.
0	8	0	0	Südweſtwind. Heiter.
0	59	0	10	Sehr warm; heiter; cher SWwind. Undurc tiger Dunſt dicht über de, daher Spiegelung tern der Gegenſtände.
0	42	0	0	SOwind. Heiter, warm. ſte nahe an der Erde.
2	14	0	0	Heiter; warm. Dünſt an der Erde.
—0	8	0	20	Dicke Wolken. Kal Südwind.
0	0	0	20	Wolken. Kalter Nor Die entf. Gegenſt. ware deutl. ſichtbar.

hr erschien alles, v

u seyn; nachher r

erbar; die westlic.
st. hervor. Bei Se

Spiegelung oberw

1.

For

Zeit der B		Haus an Eckward Deiche Min.	Sec.	F Deich Seef Min.
April	27			0
				1
	30	0	0	
Mai	3			
	4	0	4	
		—0	17	
	5			
	14			
		—0	5	4
	16	—0	2	0
	18			
		0	9	52
		—0	26	
	20			
	21	—0	26	38
		0	[illegible]	14
				4
		—0	17	35
	25	0	[illegible]	
		0	17	24
				4
		0		
	26	—0	1[illegible]	8
	28			0
Junius	4			

Gegenſt. ſchnell abnahm.

ieefeld regnete es auch während der im hohen Standp. an-

g. erſch. zitternd.

nzender Nebel vor d. unt. Theile der Bockh. Kirche erſchien.

ſ. w.

bald auch zu uns

Dünſten, einige Geg

ʒs einige Gegenſt.

iger Stellung eini

)wind.

Standp. geſpiegelt

Gegenſtände geſp

For

Zeit der I		Deich Seefel	
		Min.	Se
Auguſt	29		
		o	4
		1	
	30		
Sept.	1		
	2		
	3		
	5		
	6		
	7	o	4
	8	o	o
		o	52
	14		
	20	o	38
	25	o	14
	27	— o	4
	29	o	35
	30	2	24
Octob.	1	o	4
	5	— o	28
	7	o	o
	24		

zu

Standp. aus gespiegelt.

Einer weitern Erklärung wird dieſes Verzeichniſs eben nicht bedürfen; denn nach den voraus gegangenen Erläuterungen iſt der Sinn der darin angeſetzten Höhenwinkel deutlich genug. Bloſs über einen Ausdruck in der Angabe der Witterung und des Zuſtandes der Luft muſs ich vorläufig bemerken, daſs da, wo bloſs ſteht: die Gegenſtände erſchienen geſpiegelt, immer eine *Spiegelung unterwärts* zu verſtehen iſt. Die ſeltnere und meiſtens unbeſtimmtere Spiegelung oberwärts iſt immer durch den Zuſatz: *oberwärts,* davon unterſchieden.

Ob der Lichtſtrahl alle Mahl ſo gebrochen wird, daſs ſeine Krümmung gegen die Erde concav iſt.

Aus den Beſtimmungen, die ich vorhin für die wahre Gröſse der Refraction, in dem Falle, wo mein Journal Null ſetzt, zu erhalten ſuchte, ergab ſich, ſo oberflächlich die Angaben auch immer ſeyn mögen, doch mit einiger Wahrſcheinlichkeit, daſs die Abweichung des Strahls von der geraden Linie, alsdann wenigſtens, nicht mehr betrage, als $\frac{1}{10}$ des Winkels, den die Verticallinien des beobachteten Gegenſtandes und des Beobachters am Mittelpunkte der Erde einſchlieſsen. Nehme ich dieſen Satz als wenigſtens beinahe richtig an; ſo erhellt, daſs in allen Fällen, wo meine Beobachtung eine gröſsere Erniedrigung unter die mit Null benannte Höhe angiebt, als jenes Zehntel beträgt, ohne Zweifel eine gegen die Erde zu

convexe Krümmung des Strahls oder eine *wahre Depression* des beobachteten Gegenstandes Statt fand. Das Zehntel der Entfernung ist bei der Bockhorner Kirche = 1′ 5″; diese erschien aber mehrmahls tiefer unter dem Nullpunkte, und wäre hiernach an *dem niedrigern Standpunkte*

am 12ten Apr. um 3 Uhr wenigstens 1′ 10″,
am 21sten Mai um 11 Uhr 0′ 7″,
am 30sten Aug. um 7½ Uhr 0′ 7″,
und am 1sten Sept. um 8½ Uhr 0′ 28″

niedriger erschienen, als die gerade Richtung des Strahls erlaubte.

Von dem hohen Standpunkte aus findet sich für die Kirche zu Bockhorn keine ähnliche Beobachtung, wohl aber für das Haus in Damgast und die dortige Anhöhe. Setze ich das Zehntel der Entfernung dieser beiden Gegenstände gleich = 38″, so erschien am 20sten Aug. das Haus wenigstens um etwas geringes, die Anhöhe aber um beinahe 20″ unter derjenigen Höhe, welche der geraden Richtung des Strahls entspricht. Eben das fand an demselben Tage für den Seefelder Deich Statt, der, nach gerader Richtung gesehen, wenigstens 15″ höher erscheinen müsste, als die Beobachtung anzeigt. — Auch bei dem Hause am Heppenser Deiche giebt das Journal einige Mahl ein grösseres Minus an, als das Zehntel des Bogens, (= 18″) ich muss aber gestehen, dass ich die auf diesen Gegenstand gerichteten Beobachtungen nicht für genau genug halte, um auf einzel-

ne, ſichere Schlüſſe zu gründen; die Vergleichung der Beobachtungen giebt hier oft Abweichungen, die ich von nichts anderm als Beobachtungsfehlern ableiten kann. Vielleicht kam dies daher, weil das Haus beinahe mit dem Giebel hierher gekehrt iſt, alſo nicht ſo ſcharf abgeſchnitten erſcheint, als die übrigen Gegenſtände. — Wichtiger aber könnten die Beobachtungen des Hauſes am Toſſenſer Deiche ſeyn, unter denen wenigſtens die vom 21ſten Mai eine ſehr bedeutende Depreſſion angiebt, da das Zehntel der Entfernung nur 21″ beträgt.

Dieſes zuſammen treffende Zeugniſs einer nicht ganz geringen Anzahl von Beobachtungen, deren jede man, (einzelne Ausnahmen abgerechnet,) als bis auf 5″ oder höchſtens 8″ ſicher anſehen kann, ſcheint mir die Behauptung zu rechtfertigen, (welche, wenn ich nicht irre, auch Hr. Woltmann ſchon aufgeſtellt hat,) daſs der Strahl zuweilen eine gegen die Erde zu convexe Krümmung hat. Vermuthlich iſt dieſes noch öfter der Fall, als ich hier angedeutet habe, denn ich habe die Gröſse der Refraction für den Zuſtand, wo mein Null ſteht, ziemlich beträchtlich angenommen: und wenn dieſes ſich beſtätigte, ſo lieſse ſich vielleicht eine Hypotheſe über die Urſache derjenigen Spiegelung, wobei das Bild *unter* dem Gegenſtande erſcheint, hierauf gründen.

Vergleichung der Beobachtungen, die an Standpunkten von verſchiedener Höhe angeſtellt wurden.

Die beiden Standpunkte, von welchen aus die Kirche zu Bockhorn beobachtet wurde, waren an Höhe etwa 14 Fuſs verſchieden, und man ſieht, ſelbſt bei einem flüchtigen Blicke in das Verzeichniſs der Beobachtungen, daſs dieſer Unterſchied merklichen Einfluſs auf die Gröſse der Variationen, die bei der ſcheinbaren Höhe des Gegenſtandes vorkamen, hatte. Im Allgemeinen ſind die poſitiven Zahlen ſo wohl als die negativen bei der im niedrigen Standpunkte angeſtellten Beobachtung gröſser, als bei der andern; oder wenn der Gegenſtand über ſeine gewöhnliche Höhe erhoben ſchien, ſo betrug dieſe Erhebung unten mehr als oben, und eben ſo war auch zur andern Zeit die Erniedrigung unten am gröſsten. Aber, wenn man die Beobachtungen genauer vergleichen und nach einer beſtimmtern Regel fragen will, ſo offenbart ſich die Nothwendigkeit einer andern Unterſuchung, nämlich, wie viel hier von der Erniedrigung oder Erhöhung der Waſſerfläche, über welche der Lichtſtrahl hingeht, abhängt?

Es ſcheint natürlich, anzunehmen, daſs dieſe Aenderung in der Höhe der Waſſerfläche die im niedrigen Standpunkte angeſtellte Beobachtung mehr afficirt, als die im höhern Standpunkte; und man iſt geneigt, zu vermuthen, daſs um die Zeit der höchſten Fluth die Unterſchiede der An-

gaben beider gröſser ſeyn werden, als gegen die Zeit der tiefſten Ebbe, da in jenem Falle die Höhen der beiden Standpunkte über der Waſſerfläche ſich wie 1 : 4, im letztern Falle aber faſt wie 1 : 2 verhalten. Wirklich finden ſich auch einige Beobachtungen, die dieſe Vermuthung zu beſtätigen ſcheinen, aber ihre Anzahl iſt zu geringe, um auf eine nur irgend ſichere Regel über die Correction, die man wegen dieſes Umſtandes anbringen müſste, zu führen, und es finden ſich dagegen auch andere, die nicht recht wohl zu dieſer Vorausſetzung paſſen; ein Umſtand, der freilich bei den mannigfaltigen Irregularitäten, die hier allenthalben vorkommen, ſo ſehr auffallend nicht iſt.

Von den Beobachtungen, die der angeführten Vermuthung zur Beſtätigung dienen, ſind folgende die wichtigſten: Am 6ten April, etwa 1 Stunde vor der höchſten Fluth, erſchien die Kirche unten um 1′ 43″, oben aber, (ungefähr gleichzeitig,) nur 0′ 55′ über dem Null. Denſelben Tag Abends um die Zeit der tiefſten Ebbe erſchien ſie am obern Standpunkte höher, unten aber weniger erhoben, als vorhin. Die beiden Beobachtungen am 12ten April ſind dieſer ähnlich, aber nicht ganz ſo entſcheidend, weil von der Zeit des niedrigſten Waſſers bis zur höchſten Fluth auch oben die Erniedrigung erheblich zugenommen hatte; indeſs iſt die unten beobachtete weit gröſsere Zunahme der Vorausſetzung gemäſs.

Am 21ſten Mai kommen drei Beobachtungen vor, bei denen die Refraction am höhern Standpunkte nur wenig verſchieden gefunden wurde; im niedrigen Standpunkte aber nahm die Erniedrigung mit dem Anwachſen der Fluth zu, und mit der Ebbe wieder ab, denn die Zeit der höchſten Fluth traf um 12 Uhr. Auch die Beobachtungen am 29ſten Auguſt laſſen ſich ziemlich gut hieraus erklären, da von 10 Uhr an das Waſſer fiel, und alſo die Refraction unten hätte abnehmen ſollen, wenn ſie oben unverändert geblieben wäre, folglich wenigſtens unten weniger zunehmen muſste, als oben. Aber die letzte Beobachtung an dieſem Tage paſst nicht, da es damahls ſchon wieder Fluth ward.

Dagegen trifft die ſehr groſse Verſchiedenheit der Angaben am 16ten Mai, am 30ſten Auguſt und 1ſten Sept. nahe an die Zeit der tiefſten Ebbe, wo man ſie nicht ſo groſs erwartete; am 25ſten Mai iſt der Unterſchied um $6\frac{1}{4}$ Uhr ſo viel gröſser als um 2 Uhr, obgleich die höchſte Fluth ziemlich genau mitten zwiſchen beide Beobachtungen fiel, und am 5ten Mai änderte ſich ſogar innerhalb einer halben Stunde die ſcheinbare Höhe unten ſo beträchtlich, ob ſie gleich oben dieſelbe blieb.

Dieſe von der Fluth und Ebbe herrührende Aenderung hätte wohl durch eine vollſtändigere Reihe von Beobachtungen beſtimmt werden ſollen: aber theils ſind nur wenige Tage zu ſolchen Beob-

achtungen paſſend, weil bei erheblichen Verſchiedenheiten der Refraction, die von andern Umſtänden herrühren, an eine Entdeckung der Regel, nach welcher jene Aenderungen beſtimmt werden, nicht zu denken iſt; theils konnte ich auch nicht immer gerade die Zeit den Beobachtungen widmen, welche etwa die paſſendſte geweſen wäre. Ich muſs mich daher hier begnügen, nur gezeigt zu haben, wie ſehr groſse Verſchiedenheit in der ſcheinbaren Höhe die Aenderung des Standpunktes hervor bringt, und muſs es der Zukunft vorbehalten, näher zu entſcheiden, ob für zwei beſtimmte Standpunkte von ungleicher Höhe die Verſchiedenheit der ſcheinbaren Höhe des Gegenſtandes durch eine allgemeine Regel beſtimmt werde, oder, (welches ich eher vermuthe,) ob bei verſchiedener Beſchaffenheit der Atmoſphäre die Refraction in einem Standpunkte variabel ſeyn kann, während ſie im andern ungeändert bleibt.

Vergleichung der Beobachtungen an gleich entfernten Gegenſtänden von verſchiedener ſcheinbaren Höhe.

Die eben geäuſserte Vermuthung, daſs die Lichtſtrahlen vielleicht zuweilen in einer etwas höhern Luftſchicht mehr oder weniger gebrochen werden, obgleich in der niedrigern Luftſchicht einerlei Refraction Statt findet, wird durch die Reihen von Beobachtungen, worüber ich jetzt einige Bemerkungen mittheilen will, ſehr wahrſcheinlich gemacht.

Der Zweck dieſer Beobachtungen iſt aus dem Vorigen ſchon bekannt: es ſollte nämlich durch dieſelben entſchieden werden, wie bei nahe neben einander liegenden Gegenſtänden die ſcheinbare Vorragung des einen über den andern ſich ändere, oder wie viel die Erhebung oder Erniedrigung des einen zu derſelben Zeit gröſser ſey, als die des andern. Daſs hierbei merkliche Verſchiedenheiten Statt finden, ergiebt oft ſchon der bloſse Anblick, indem man, beſonders bei ſehr ſtarker Erhebung, die Gegenſtände, die ſonſt erheblich hervor ragten, weniger hoch in Vergleichung der umliegenden ſieht, daher auch dann entfernte Häuſer als breiter in Vergleichung mit ihrer Höhe, und Thürme als niedriger und ſtumpfer erſcheinen. Dieſe Unterſchiede betragen freilich oft nur ſo wenig, daſs eine äuſserſt genaue Meſſung erfordert werden würde, um über die kleinen Variationen etwas ganz ſicheres zu beſtimmen, in manchen Fällen aber ſind ſie doch erheblich genug, und wenigſtens über dieſe läſst ſich aus den angeſtellten Beobachtungen mit Sicherheit urtheilen. Ich ſetze hier ein Verzeichniſs der beſten Beobachtungen her, da die weniger zuverläſſigen, die unter ſich nicht überein ſtimmen, nichts entſcheiden können. Es ſind die auch im Journale ſtehenden auf die drei Gebäude in Seefeld und die auf das Haus und die Anhöhe zu Damgaſt gerichteten Beobachtungen, die ich hier nur zur bequemern Vergleichung in anderer Form dar-

ſtelle. Statt daſs nämlich vorhin die Erhebung jedes Gegenſtandes über ſeinen angenommenen Nullpunkt angegeben wurde, ſetze ich hier die Anzahl von Secunden, um welche ſich die Vorragung des höhern gröſser (+) oder kleiner (—) zeigte, als bei dem Zuſtande, den ich den *gewöhnlichen* genannt habe. So war z. B. nach der Angabe des gewöhnlichen Zuſtandes die Vorragung der Seefelder Kirche über das niedrigſte Haus = 2′ 50″; die folgende Tabelle giebt die Variation dieſer Vorragung, z. B. am 2ten Aug. um 12 Uhr, = — 21″; damahls alſo erſchien die Kirche nur 2′ 29″ höher, als dieſes Haus. — Die beiden Gegenſtände in Damgaſt waren zwar nicht genau gleich weit entfernt, indeſs war der Abſtand doch geringe, weſshalb ſie wohl ohne Bedenken als vergleichbar hierher geſetzt werden können. — Auch die Beobachtungen der beiden Gegenſtände bei Heppens will ich mit herſetzen, ob ſie gleich, minderer Genauigkeit halber, weniger entſcheidend ſind; denn in den Fällen, wo ſie einſtimmige Reſultate mit den übrigen geben, tragen ſie wenigſtens zur Beſtätigung bei. Uebrigens ſind die Beobachtungen nach den ſcheinbaren Höhen der Seefelder Kirche geordnet, ſo daſs diejenigen zuerſt vorkommen, wo die Kirche am niedrigſten erſchien, und man nach und nach zu den ſtärkern Erhebungen fortgeht. Dieſes erleichtert die Vergleichung, auf die es hier ankömmt, und die Auffindung der Regelmäſsigkeit oder der Abweichungen von der Regel.

Zeit der Beobachtung			Scheinb. Erhebung der Oberfläche der Kirche zu Seefeld.		Variation der scheinbaren Vorragung der Seefelder Kirche über das	
					höhere Haus.	niedrigere Haus.
	Tag.	Stunde.	Min.	Sec.	Sec.	Sec.
Aug.	2	12	— 0	21	— 21	— 21
Aug.	13	2	— 0	14		— 10
Aug.	27	$3\frac{1}{2}$	— 0	10	— 3	— 3
Aug.	5	$5\frac{1}{2}$	— 0	7	— 14	— 21
Aug.	9	12	— 0	7		— 7
Aug.	20	3	— 0	7	+ 14	+ 21
Aug.	30	$7\frac{1}{2}$	— 0	7	— 3	0
Sept.	1	$\frac{1}{2}$	— 0	7	+ 7	+ 10
Oct.	7	3	— 0	7	0	— 7
Sept.	27	2	+ 0	4	— 3	0
Aug.	26	9	0	7	+ 3	+ 3
Sept.	2	5	0	7	0	0
Sept.	5	$11\frac{1}{2}$	0	7	+ 7	+ 7
Sept.	8	9	0	7	+ 3	0
Sept.	8	11	0	7	+ 3	0
Sept.	25	$2\frac{1}{2}$	0	7	0	+ 3
Oct.	1	3	0	7	0	+ 3
Jul.	28	11	0	21	+ 14	+ 14
Aug.	15	11	0	21	— 7	— 7
Aug.	29	$9\frac{1}{2}$	0	21		— 10
Sept.	14	$6\frac{1}{2}$	0	21	+ 7	+ 7
Aug.	16	11	0	24	+ 10	+ 14
Sept.	7	9	0	24	+ 6	+ 10
Sept.	29	12	0	24	— 4	— 11
Aug.	9	$4\frac{1}{2}$	0	28	— 14	— 21
Sept.	6	3	0	28	0	0
Aug.	29	$1\frac{1}{4}$	0	31	— 4	— 4
Aug.	29	$10\frac{1}{4}$	0	35	— 3	— 7
Sept.	3	2	0	35	+ 7	+ 14
Sept.	20	2	0	35	— 10	— 10
Aug.	1	$2\frac{1}{2}$	0	56	+ 4	+ 7
Sept.	8	$3\frac{1}{2}$	0	56	+ 7	+ 7
Aug.	29	$5\frac{1}{2}$	1	0	— 10	— 14
Sept.	29	$5\frac{1}{2}$	1	3	— 7	— 11
Aug.	1	$10\frac{3}{4}$	1	17	— 14	— 21
Aug.	29	$6\frac{3}{4}$	1	31	0	— 7
Jul.	28	$5\frac{1}{4}$	1	45	— 28	— 35
Aug.	1	$11\frac{3}{4}$	1	52	0	0
Sept.	30	$2\frac{1}{2}$	2	13	unge	wiſs
Jul.	29	$6\frac{1}{2}$	2	41	0	— 7

Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Hauses zu Damgast.		Variation der scheinb. Vorragung des Hauses zu Damgast üb. d. Anhöhe.	Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Hauses bei Heppens.		Variation der scheinb Vorrag. d. Hauses üb. d. Heppenser Deich
Min.	Sec.	Sec.	Min.	Sec.	Sec.
0	7	— 15	0	4	0
— 0	7	— 14	— 0	4	— 4
— 0	15	0	— 0	4	+ 9
0	4	— 3	0	13	+ 9
0	0	— 14	— 0	4	— 12
— 0	44	+ 11			
— 0	15	0			
— 0	22	0	— 0	4	+ 9
— 0	15	— 7			
+ 0	7	— 11	0	4	— 13
0	4	— 7	0	13	+ 13
— 0	15	— 8			
— 0	7	+ 15	0	0	+ 8
— 0	4	+ 3			
0	0	— 4	0	21	+ 4
0	22	0	0	38	+ 5
0	0	0	0	13	+ 13
			— 0	29	+ 12
0	7	— 7	0	13	+ 5
0	29	— 7	0	4	0
0	0	— 4			
			0	17	+ 9
0	22	0			
0	29	— 15	0	17	— 8
1	6	— 14			
0	26	+ 4			
1	6	0			
0	44	— 11			
0	29	0	0	21	+ 4
1	2	+ 4			
1	31	— 8			
2	4	— 4			
			0	21	— 12
2	19	— 14			
2	11	— 26	0	54	— 38
2	55	— 15	1	3	— 29
3	17	— 15	1	20	— 21
4	1	— 15	1	53	— 29

Dieſes Verzeichniſs beweiſet, daſs die Hoffnung, eine beſtimmte Regel zu finden, nach welcher man aus der Erhebung des höhern Gegenſtandes auf die des niedrigern ſicher ſchlieſsen könne, ebenfalls nicht erfüllt iſt. Die Regel, welche ich vor der Ausführung der Beobachtungen vermuthete, daſs die ſcheinbare Vorragung des höhern Gegenſtandes immer deſto gröſser ſey, je geringer die Erhebung iſt, oder, daſs bei ſtärkerer Refraction alle Mahl niedrige Gegenſtände am meiſten gehoben erſcheinen, hat ſich lange nicht in der Allgemeinheit beſtätigt, wie ich hoffte. Denn die Abweichungen von dieſer Regel, die ich aus der Tabelle nicht noch beſonders herzuſetzen brauche, ſind gewiſs nicht Beobachtungsfehler.

Wollte man etwa die Vermuthung aufſtellen, daſs auch hier etwas von Fluth und Ebbe, von Entblöſsung der Sandbänke und Watten abhängen könne, ſo widerſprechen doch die Beobachtungen dieſer Meinung geradezu. Denn z. B. am 2ten Auguſt um 12 Uhr, und am 20ſten Aug. um 3 Uhr war es beide Mahl beinahe höchſte Fluth, und gleichwohl ſtehen dieſe Beobachtungen einander ganz auffallend entgegen.

Vergleichung der Beobachtungen, die auf ungleich entfernte Gegenſtände gerichtet waren.

Wären die Beobachtungen ſo regelmäſsig ausgefallen, wie ich hoffte, ſo hätten die verſchiede-

nen Reihen von Beobachtungen hier zu mannigfaltigen Vergleichungen und Schlüſſen Anlaſs geben können: jetzt würde es zweckloſe Weitläufigkeit ſeyn, wenn ich Unterſuchungen über den Einfluſs, den etwa dieſer oder jener Umſtand haben konnte, anſtellen wollte. Bloſs eine Ueberſicht der Hauptbeobachtungen und folgende wenige Bemerkungen mögen hier noch Platz finden.

Da die Geſichtslinien nach Bockhorn und Damgaſt ſehr nahe zuſammen ſielen; ſo iſt offenbar, daſs die Differenz der gleichzeitigen Höhenänderung beider Gegenſtände, (deren ſcheinbare Höhe wenig verſchieden war,) bloſs davon herrühren konnte, daſs die Richtung des von der Bockhorner Kirche kommenden Lichtſtrahls, ſchon ehe er bis in die Gegend von Damgaſt kam, Aenderungen gelitten hatte. Ferner: die Häuſer in Damgaſt und am Heppenſer Deiche lagen zwar in ungleicher Entfernung und nicht nach einerlei Richtung, dagegen aber war der Weg des Lichtſtrahls faſt ganz über tieferes Waſſer, bei beiden ſehr ähnlich. Hier konnte alſo im Allgemeinen bloſs die ungleiche Länge des Weges Verſchiedenheit bewirken, — wenn man allenfalls wegen der verſchiedenen Höhe der beiden Gegenſtände Correctionen anbrachte. Endlich: Seefeld und Damgaſt ſind beinahe gleich entfernt; Unterſchiede in der Refraction konnten alſo nur in der verſchiedenen Beſchaffenheit der Gegend, durch welche der Lichtſtrahl ging, ihren Grund haben. Ich

bemerke dieses deswegen, weil in diesen Vergleichungen doch die Gründe der verschiedenen Regeln liegen müssen, nach welchen die gleichzeitigen Erhebungen dieser Gegenstände sich richteten.

Ehe ich aber hiervon mehr sage, will ich die seit dem 28sten Julius angestellten Beobachtungen hier nach den scheinbaren Höhen des Hauses zu Damgast geordnet hersetzen. Da die Höhe dieses Hauses über dem Horizonte fast einerlei war mit derjenigen, in welcher die Kirche in Bockhorn und das höhere Haus in Seefeld erschienen, so setze ich die Beobachtungen, welche diese drei Gegenstände betreffen, ungeändert her, ausser dass ich da, wo die drei nach Seefeld gerichteten Beobachtungen nicht genau überein stimmen, die übrigen beiden zur Correction dieser zu Rathe ziehe. Statt der beiden Gegenstände am Ufer bei Heppens aber nehme ich einen mittlern an, der jenen dreien etwa gleich an scheinbarer Höhe wäre. Die Correction, welche desshalb bei der auf den Deich gerichteten Beobachtung angebracht wird, ist indess nie sehr erheblich.

Zeit der Beobachtung.			Haus zu Damgast.		Kirche zu Bockhorn.		Höheres Haus in Seefeld.		Aus den Beob. hergeleitete Höhenänderung eines Gegenst. am Heppenser Deiche.	
	Tag.	St.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
Aug.	20	3	— 0	44			— 0	21		
Sept.	1	$8\frac{1}{2}$	— 0	22	— 0	21	— 0	14	— 0	12
Oct.	5	9	— 0	22	— 0	21	0	0		
Aug.	30	$7\frac{1}{2}$	— 0	15	— 0	35	— 0	7		
Sept.	2	5	— 0	15	— 0	14	0	7		
Oct.	7	3	— 0	15	— 0	14	— 0	7		
Aug.	27	$3\frac{1}{2}$	— 0	15	— 0	7	— 0	7	— 0	12
Sept.	5	$11\frac{1}{2}$	— 0	7	— 0	21	0	0	— 0	7
Aug.	13	2	— 0	7	— 0	7	0	0	0	0
Sept.	8	9	— 0	4	— 0	7	0	7		
Aug.	5	$9\frac{1}{2}$	0	0	— 0	21	0	0	— 0	12
Aug.	9	12	0	0	— 0	7	0	0	0	6
Sept.	8	11	0	0	0	7	0	7	0	17
Sept.	14	$6\frac{1}{2}$	0	0	0	14	0	14		
Oct.	1	3	0	0	0	7	0	7	0	12
Aug.	5	$5\frac{1}{2}$	0	4	0	0	0	7	0	5
Aug.	26	9	0	4	0	7	0	4	0	2
Aug.	2	12	0	7	0	21	0	0	0	4
Aug.	15	11	0	7	0	14	0	28	0	8
Sept.	27	2	0	7	0	21	0	7	0	16
Aug.	6	10	0	11	0	21	0	7		
Aug.	28	$6\frac{1}{2}$	0	11	0	21	0	31		
Jul.	28	11	0	18	0	7	0	7	— 0	19 (?)
Sept.	7	9	0	22	0	17	0	18		
Sept.	25	$2\frac{1}{2}$	0	22	0	21	0	7	0	33
Sept.	6	3	0	26	0	21	0	28		
Aug.	29	$9\frac{1}{2}$	0	29	0	41	0	30	0	4
Sept.	3	2	0	29	0	28	0	28	0	17
Sept.	29	12	0	29	0	35	0	28	0	24
Aug.	29	$10\frac{1}{4}$	0	44	1	2	0	38		
Sept.	29	$5\frac{1}{2}$	0	58	1	30	1	10	0	31
Sept.	20	2	1	2	1	16	0	45		
Aug.	9	$4\frac{1}{2}$	1	6	1	16	0	42	0	30
Aug.	29	$1\frac{1}{4}$	1	6	1	9	0	35		

Zeit der Beobachtung.			Haus zu Damgast.		Kirche zu Bockhorn.		Höheres Haus in Seefeld.		Aus den Beob. hergeleitete Höhenänderung eines Gegenst. am Heppenser Deiche.	
	Tag.	St.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
Aug.	25	$6\frac{1}{2}$	1	13	1	40	1	10		
Jul.	29	$3\frac{1}{2}$	1	20	1	44	0	42	1	10
Aug.	29	$5\frac{1}{2}$	1	28	1	58	1	10		
Aug.	1	$2\frac{1}{2}$	1	31	1	44	0	52	1	17
Aug.	29	$6\frac{3}{4}$	1	42	2	25	1	31		
Sept.	8	$3\frac{1}{2}$	2	4	2	49	0	49		
Jul.	28	6	2	11	2	39			1	25
Aug.	1	$10\frac{3}{4}$	2	19	2	39	1	31		
Jul.	28	$5\frac{3}{4}$	2	26	3	0	2	13		
Jul.	28	$6\frac{1}{2}$	2	33	3	7	1	10	0	54
Aug.	1	$11\frac{1}{4}$	2	55	3	21	1	52	1	27
Jul.	29	$7\frac{1}{2}$	3	17	4	58	2	34		
Sept.	30	$2\frac{1}{2}$	3	17	3	55	2	16	1	37
Jul.	29	$7\frac{1}{4}$	3	39	4	58	2	37	1	42
Jul.	29	$6\frac{1}{2}$	4	1	4	44	2	41	2	16

Diese Tabelle zeigt, dass die Kirche zu Bockhorn ihre scheinbare Höhe mehr änderte, als das Haus in Damgast, und dass die Unterschiede der Aenderungen ziemlich regulär mit der Grösse der Erhebung wachsen. Dieses bestätigen die frühern Beobachtungen, es ist ja auch der zu vermuthenden Regel, dass die Refraction entferntere Gegenstände mehr erhebe, als nähere, gemäss. Die Entfernungen von Damgast und Bockhorn verhalten sich wie 1 : 1,7, die grössten Variationen wie 1 : 1,2 ungefähr.

Derselben Regel gemäss, obgleich mit einigen stärkern Abweichungen, beträgt gewöhnlich die Erhebung oder Erniedrigung eines Gegenstandes am Heppenser Deiche viel weniger, als des Hauses in Damgast. Die Entfernungen verhalten sich wie 1 : 0,46; die grössten Variationen aber wie 1 : 0,5; oder, wenn man bloss die nach dem 28sten Julius angestellten Beobachtungen nimmt, wie 1 : 0,56.

Das schiene also anzugeben, dass der entferntere Gegenstand seine scheinbare Höhe zwar mehr ändere als der nähere, aber nicht völlig so viel, als dem Verhältnisse der Entfernung gemäss ist.

Von dieser Regel macht aber die auf Seefeld gerichtete Beobachtung eine unbegreifliche Ausnahme, welche gleichwohl von der bei weitem grössten Anzahl von Beobachtungen ganz deutlich bestätigt wird. Statt dass die Gegenstände in Seefeld fast eben so grosse Variationen leiden sollten, als das Haus in Damgast, da die Entfernung des letztern sich zu der von Seefeld verhält, wie 1 : 0,92; so finden sich diese fast durchgehends kleiner, als die an dem Hause in Damgast beobachteten, und bei grosser Erhebung ist dieser Unterschied ganz auffallend gross. Bloss am 27sten März kommt der einzige Fall vor, dass die Seefelder Kirche etwas erheblich mehr erhoben schien, als das Haus in Damgast. Die grössten beobachteten Variationen verhalten sich wie 1 : 0,66;

und ungefähr eben ſo verhalten ſich auch die meiſten correſpondirenden Beobachtungen.

Dieſe Verſchiedenheit mußte alſo Folge der ungleichen Beſchaffenheit der Gegend ſeyn, durch welche der Lichtſtrahl zum Auge kömmt. Freilich ſieht man keinen andern Grund; aber wie geht es dann zu, daſs nicht bei der Vergleichung der Erhebungen des Hauſes am Toſſenſer und des am Heppenſer Deiche etwas ähnliches Statt findet? Hier ging doch der Weg des Lichtſtrahls durch gänzlich ungleiche Gegenden; bei dem einen über Land, bei dem andern über Waſſer. Und es finden auch allerdings hier ſehr groſse Ungleichheiten der Refraction Statt: bei einerlei Höhe des im Lande liegenden Gegenſtandes erſchien das Haus jenſeits der Jahde zuweilen ſehr hoch, zuweilen ſehr niedrig; aber man findet hier keine ſo überein ſtimmende reguläre Abweichung von der Regel, als dort: und wenn man die gröſsten beobachteten Variationen gegen einander hält, ſo verhalten ſich die an dem Hauſe am Toſſenſer Deiche beobachteten zu denen, die an dem Hauſe am Heppenſer Deiche beobachtet ſind, wie 1 : 0,96, und die Entfernungen verhalten ſich wie 1 : 0,83; — daſs alſo hierin vielmehr eine Beſtätigung der erſten Regel liegt, und bloſs der Unterſchied Statt findet, daſs nicht, wie dort, auch die einzelnen gleichzeitigen Beobachtungen ſich einiger Maſsen nahe an dieſe Regel halten.

Die letzte Vergleichung endlich, die ich hier noch anstellen kann, betrifft die Beobachtung der beiden im Lande liegenden Häuser. Ich vermuthete nicht, dass bei einem kaum 3000 Fuss entfernten Gegenstande sich Variationen der Höhe würden bemerken lassen, und benutzte bloss den zufälligen Umstand, dass die Pfähle *C*, *H*, in der Linie nach diesem Hause zu standen, zu einem Versuche, von dem ich mir wenig Erfolg versprach. Desto angenehmer wurde ich überrascht, als ich die, mir wenigstens neue Erfahrung machte, dass auch bei diesem Gegenstande die scheinbare Höhe Aenderungen unterworfen war. Die Wichtigkeit dieser Erfahrung wird mich entschuldigen, wenn ich auch diese Beobachtungen noch ein Mahl in einer geordneten Uebersicht hier wieder anführe. Wegen eines dazwischen gebauten Gegenstandes konnten die Beobachtungen nicht länger fortgesetzt werden; indess ist glücklicher Weise gerade die günstigste Jahrszeit benutzt worden.

Zeit der Beobachtung.			Haus am Tosſenser Deiche.		Haus am Eckwarder Deiche.	
	Tag.	Stunde.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
Mai	21	11	— 1	0	— 0	26
Mai	18	10	— 0	30	— 0	22
April	6	9½	— 0	20	— 0	9
April	12	3	— 0	20	0	0
Mai	5	10¼	— 0	20	— 0	17
Mai	20	3½	— 0	20	— 0	26
Mai	25	2	— 0	20	— 0	17
April	14	8½	— 0	10	— 0	9
Mai	28	10½	— 0	10	— 0	13
April	9	10¼	0	0	— 0	9
April	12	8	0	0	0	0
April	25	11	0	0	— 0	9
Mai	16	2½	0	0	— 0	9
Mai	26	5	0	0	0	0
Mai	21	7	0	20	0	0
Mai	4	5½	0	30	0	4
April	6	5½	0	40	0	13
Mai	18	7½	0	40	0	9
Mai	25	6¼	0	40	0	0
April	26	6	0	50	0	9
April	9	5	1	0	0	43
Mai	25	7¼	1	0	0	17
April	9	6	2	40	0	52
April	7	6½	3	20	0	52

Die Entfernungen dieſer beiden Gegenſtände verhielten ſich wie 1 : 0,13, und die beobachteten gröſsten Variationen wie 1 : 0,3. Bei dem nähern Hauſe mochte indeſs der Umſtand, daſs der Lichtſtrahl ganz nahe über dem Deiche hin ging, die Höhenänderung wohl vermehren.

Um unſre Kenntniſſe von den Urſachen der Variationen, denen die Refraction unterworfen iſt, weiter zu bringen, ſcheinen beſonders die Beobachtungen wichtig zu ſeyn, wo mit ſchneller Aenderung der Refraction zugleich andere Umſtände eintrafen, die als Urſache derſelben betrachtet werden können.

Mehrere auch im Verzeichniſſe der Beobachtungen angeführte Erfahrungen ſtimmen darin überein, daſs, wenn die Luft plötzlich kälter wird, alle Mahl die Erhebung abnimmt. So änderte ſie ſich am 29ſten März und 27ſten April, als ein kalter Wind zu wehen anfing; am 9ten April und 29ſten Jul. Abends, als die Sonne hinter Wolken ging; am 28ſten Jul., als ein dicker kalter Nebel ſich über die Gegend ausbreitete; und am 3ten Mai ſchien ſie wenigſtens etwas abzunehmen, als es in der Gegend des beobachteten Objekts anfing zu regnen. Dieſes harmonirt auch recht gut mit der, (wie ich glaube, bekannten) Bemerkung, daſs im Sommer an rauhen, allenfalls etwas ſtürmiſchen Tagen, z. B. nach Gewittern, die Gegenſtände ſehr niedrig erſcheinen, an ſchwülen Tagen aber, beſonders wenn dabei Windſtille herrſcht, die Erhebung ſtark iſt. Aber ganz allgemein paſst doch auch dieſe Regel nicht; denn zuweilen erſcheint *ein* Gegenſtand hoch erhoben, während andere ganz wenig höher erſcheinen, als ſonſt. Der Nachmittag des 9ten Aprils giebt zu dieſer Be-

merkung den Beweis, bietet aber noch mehrere Merkwürdigkeiten dar, die ich etwas vollständiger darstellen muſs. Die Refraction war sehr veränderlich, wie sie das in den Fällen, wo so starke Erhebung Statt findet, gewöhnlich zu seyn scheint; aber da damahls die Beobachtungen lange genug fortgesetzt wurden, so zeigte sich etwas Regelmäſsiges in diesen Aenderungen. Gegen $4\frac{1}{2}$ Uhr war die Bockhorner Kirche sehr hoch erhoben, das Haus in Damgast etwas weniger, etwa in dem Verhältnisse, welches der ungleichen Entfernung angemessen ist; aber nach 5 Uhr hatte sich die scheinbare Höhe der Bockhorner Kirche schon vermindert, während die des Hauses in Damgast erst völlig ihren gröſsten Werth erreichte. Von da an nahm zwar auch die Erhebung des letztern ab, aber langsamer, als die der Bockhorner Kirche, weſshalb um 6 Uhr das Haus mehr erhoben schien, als die Kirche. Um diese Zeit war die Höhe der Kirche am kleinsten und fing wieder an zu wachsen, während das Haus in Damgast fortdauernd sich erniedrigte und erst später seine kleinste Höhe erreichte. Alle Aenderungen erreichten also an dem nähern Hause in Damgast später ihr Maximum, als an der fast in derselben Linie liegenden Kirche zu Bockhorn. Eben so trat der gröſste Werth der Erhebung bei der Seefelder Kirche und dem Hause am Heppenser Deiche wieder zu ganz anderer Zeit ein. Ich war anfangs geneigt, mir diese Aenderungen aus einer

Dunftmaffe zu erklären, die wie eine Wolke, obgleich dem Auge unfichtbar, von Bockhorn her über die Jahde zöge. Aber bei dem Nordwinde konnte doch fchwerlich ein folcher Zug von Süden her Statt finden: auch müfste man fchon mehrere folche Wolken annehmen, um zugleich die Zeiten der gröfsten Erhebung für die übrigen Gegenftände heraus zu bringen. Indefs wird die Vorftellung, dafs manchmahl das ftärker brechende Medium nur einzelne Gegenden umgebe, auch dadurch gerechtfertigt, dafs man die Spiegelung oberwärts, die zuweilen mit der ftarken Erhebung verbunden ift, nie an allen Gegenftänden, deren Entfernung auch ganz ähnlich ift, zugleich fieht. Ich werde von diefer Erfcheinung gleich noch etwas mehr fagen, und vorher nur noch einer Beobachtung über fchnelle Zunahme der Erhebung erwähnen.

Bei den erften Beobachtungen, nämlich in den heitern, warmen Tagen des Märzes und Aprils, nahm gegen Sonnen Untergang die fcheinbare Höhe des Haufes am Toffenfer Deiche, wohin die Gefichtslinie ganz über Land ging, fehr fchnell zu. Am 26ften März ift die Beobachtung darüber am entfcheidendften; aber auch am 9ten April und an andern Tagen bemerkte ich diefe Aenderung. Bei fpätern Beobachtungen ift mir diefes nicht wieder vorgekommen, ob ich gleich z. B. am 29ften Auguft befonders darauf achtete: ich mufs es daher unentfchieden laffen, ob meine erfte Vermu-

thung, daſs das Aufſteigen des Thaues mit dieſer Aenderung in Verbindung ſtehe, hinlängliche Gründe für ſich habe.

Einige Beobachtungen über die Spiegelungen.

Daſs mit ſtarker Erhebung zuweilen eine Erſcheinung verbunden iſt, die ungefähr ſo ausſieht, als ob *über* einem Gegenſtande ſein Bild, wie geſpiegelt, ſchwebe, habe ich eben ſchon erwähnt, und es iſt auch ſonſt bekannt. *) Bei den Beobachtungen am 28ſten März und 9ten April konnte ich nicht deutlich entſcheiden, wie fern dieſe Erſcheinung eigentlich Spiegelung heiſsen kann. Ueber jedem höhern Gegenſtande ſchwebte ein ſehr verzerrtes, unkenntliches Bild, das ſich zuweilen ſehr lang gezogen bis an den Gegenſtand ſelbſt herab erſtreckte. Indeſs erinnere ich mich früherer Beobachtungen, wo das Bild deutlicher als das *umgekehrte* des darunter liegenden Hauſes, u. ſ. w., erſchien. Das lang verzerrte iſt alſo wohl

*) Die älteſte ähnliche Beobachtung iſt vielleicht die, welche Lichtenberg mir bei Gelegenheit der von Hrn. Woltmann der Göttingiſchen Societät vorgelegten Beobachtungen mittheilte. Sie wurde am 10ten Aug. 1759 angeſtellt und iſt im *Gentlemans Magazine*, 1793, Jul., pag. 601, beſchrieben. *Br.*

nur das, was man bei der Abſpiegelung auf den Wellen eines Waſſers ſieht.

Dieſe Spiegelung erſtreckte ſich immer nur auf ſehr beſchränkte Gegenden; — z. B. am 28ſten März erſchienen die öſtlichen Häuſer des Dorfes Damgaſt oberwärts geſpiegelt, aber die weſtlichen nicht. Dieſe Erſcheinung, verbunden mit dem Hervorragen der entferntern, ſonſt verdeckten Gegenſtände, wodurch man in Stand geſetzt wird, ganze Gegenden zu überſehen, aus denen man ſonſt etwa nur ein Paar einzelne Kirchthürme zu ſehen gewohnt iſt, gewährt zuweilen einen ſo überraſchenden Anblick, daſs man in Verſuchung kömmt, zu glauben, es ſey eine ganz andere Gegend als die gewöhnliche.

Viel häufiger kömmt die *Spiegelung unterwärts* vor, auch ſieht man bei derſelben, wenigſtens da, wo man über Waſſer hinſieht, meiſtens das Bild ſehr beſtimmt als umgekehrte Abbildung des zugehörigen Gegenſtandes. Dieſe Spiegelung iſt auch darin regulärer, daſs zu einerlei Zeit *alle* Gegenſtände, die gleich entfernt, gleich hoch, u. ſ. w., ſind, ſich geſpiegelt zeigen. Wenigſtens habe ich nie geſehen, daſs, während einige Gegenſtände geſpiegelt erſchienen, andere dicht dabei, wie bei der Spiegelung oberwärts, ſich ungeſpiegelt gezeigt hätten. Die Spiegelung wird deſto deutlicher ſichtbar, je niedriger man die Lage des Auges wählt, und aus höhern Standpunkten ſieht man die Gegenſtände ſeltner geſpie-

gelt. Das Bild des Gegenſtandes ſcheint meiſtens kleiner, als der Gegenſtand ſelbſt. Ich fand z. B. am 20ſten Auguſt um 3 Uhr, als das Haus zu Damgaſt auch in dem höhern Standpunkte geſpiegelt erſchien, die Vorragung des Hauſes über den Deich = 1′ 2″, die Vorragung des Bildes über die Gränze des abgeſpiegelten Deichs = 0′ 40″; und ein ziemlich ähnliches Verhältniſs zwiſchen der Gröſse des Gegenſtandes und des Bildes fand ich einige Mahl auch im niedrigen Standpunkte bei der Bockhorner Kirche. Uebrigens iſt dieſe Spiegelung immer mit ſehr geringer Erhebung verbunden, und vielleicht mit einer wahren Erniedrigung, oder unterwärts gekrümmten Brechung des Lichtſtrahls, und es liegt dabei eine Schicht Dunſt über der Erd- oder Waſſerfläche, die, wenn man das Auge zu tief herab bringt, den Gegenſtand ganz verbirgt.

Dieſe Dunſtſchicht iſt ſehr merkwürdig. Ueber der Erdfläche bemerkt man ſie nicht bloſs da, wo dieſe eben iſt, ſondern ſie umgiebt auch die höhern Gegenſtände, z. B. unſre Deiche. Sieht man an einer langen geraden Deichsſtrecke hin, ſo verbergen ſich die entfernten Gegenſtände, wenn man das Auge der Oberfläche des Deichs nähert, ebenfalls in Dunſt, ob ſie gleich bei gleicher Höhe des Auges anderswo recht gut zu ſehen ſind. Der Wind treibt dieſen Dunſt nicht weg, ob man gleich eine der Richtung des Windes gemäſse wellenförmige Bewegung an den geſpiegelten Gegen-

ſtänden

ständen bemerkt, die besonders da, wo man Spiegelung über einer trockenen Erdfläche sieht, sehr stark ist. Es scheint also, als ob ein fortdauernder Niederschlag, (wenn es so heissen kann,) den Abgang ersetzt. Ob dieser Dunst auf das Hygrometer wirkt, habe ich noch nicht untersuchen können. Ich weiss nicht, ob es von andern geschehen ist. *)

In den hiesigen flachen Gegenden sieht man im Frühlinge sehr oft auch die im Lande liegenden Gegenstände gespiegelt. Heitere Tage, in dieser Zeit, in der es am Tage warm und Nachts noch kalt ist, scheinen dazu am günstigsten; denn mitten im Sommer und auch im Herbste erinnere ich mich nicht, es gesehen zu haben. Doch kann dieses bei andern Localumständen anders seyn, so wie auch bei der Aussicht über Wasser dieses Phänomen nicht an eine bestimmte Jahres- oder Tageszeit gebunden ist. Bei der Aussicht über Land hingegen dauert die Spiegelung selten bis lange

*) Höchst wahrscheinlich ist dieser Dunst bloss Täuschung; dasselbe, was andern als eine Wasserfläche erschien, nämlich eine Spiegelung des Theils des Himmels, der sich hinter den Gegenständen befindet, die sich spiegeln. Das scheinbare Wellen rührt vermuthlich von der grossen Veränderlichkeit in der Schicht der grössten Dichtigkeit her, die besonders dann Statt findet, wenn über den wärmern Erdboden ein kälterer Wind hinstreicht. *d. H.*

nach Mittag, und späterhin tritt stärkere Erhebung ein.

Dieses ist ungefähr das Wichtigste, was ich unter meinen Beobachtungen finde. Zu vielen Aufschlüssen über die Phänomene der Refraction haben sie zwar noch nicht geführt; aber ist es denn nicht schon wichtig, nur erst die fest verschlungenen Knoten kennen zu lernen, auf deren Auflösung es hier ankömmt?

II.

Ueber die Fata Morgana und ähnliche Phänomene,

vom

Dr. Castberg
in Kopenhagen.

Dieses ist die Ueberschrift eines schätzbaren Aufsatzes in der *Nyt Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie, udgivet af* Carl Gottlob Rafn, B. 4, S. 239 — 302, und S. 351 — 410, *Kjobenh.* 1802, in welchem Herr Dr. Castberg alles zusammen gestellt und mit Sachkunde beurtheilt hat, was bis jetzt über die räthselhafte Fata Morgana und über die so genannten Luftspiegelungen bekannt ist. Hierbei haben ihm besonders die vielen Abhandlungen, welche die *Annalen* über diese und verwandte Erscheinungen enthalten, zum Leitfaden gedient. Es wird daher genug seyn, wenn man hier den Inhalt des Aufsatzes im Detail angegeben, und nur das, was dem Verfasser eigenthümlich ist, oder Nachrichten über die Fata Morgana, die nicht in den *Annalen* stehn, heraus gehoben findet.

Nach einer kleinen Einleitung handelt Hr. Dr. Castberg erst von den optischen Illusionen, (S. 243 — 248,) dann von der Fata Morga-

na zu Reggio und den Luftspiegelungen im Allgemeinen, (S. 249 — 302, und S. 351 — 382.) Hier spricht er erst über den Namen, dann von den Schriftstellern, die ihrer gedenken, in chronologischer Folge. Unter diesen sind Thomas Facellus und Athanasius Kircher die ältesten, wiewohl schon Pomponius Mela, Plinius und der Armenier Haithon ähnliche Erscheinungen erwähnen.

Pomponius Mela erzählt nämlich, in Mauritanien gebe es beim Atlas Länder, wo durch Gespenster zwischen Bergen die Bewegungen der Menschen nachgemacht würden; Plinius gedenkt einer Landschaft in Scythien, wo sich grosse Heere von Menschen und Schafen in der Luft sehen liessen; und Haithon sagt, am Obi gebe es eine Landschaft, wohin keiner kommen könne, wegen einer Menge Gespenster, die sich über dem Flusse sehen liessen.

Die Beschreibung, welche sich beim Facellus, *de rebus Siculis, Decad.* 1, *Lib.* 2, *Cap.* 1, findet, ist folgende: „Mit frühem Tage, wenn die Morgenröthe beginnt, sieht man oft, wenn sich der Sturm gelegt hat und die Luft still ist, verschiedene Figuren von Menschen und Thieren, von welchen einige unbeweglich bleiben, andere, und zwar die meisten, entweder in der Luft laufen, oder mit einander streiten, welches alles verschwindet, wenn die Sonne vorkömmt und ihre Wärme verbreitet."

Der bekannte Jesuit und Physiker **Athanasius Kircher** hielt sich im Jahre 1636 einige Tage zu Messina auf, und machte auch die Reise nach Reggio hinüber, um über diese Phänomene etwas zu erfahren. Es glückte ihm aber nicht, sie selbst zu sehen, daher ist seine Beschreibung nur aus dem Berichte der Eingebornen entlehnt. Er sagt davon in seiner *Ars magna lucis et umbrae*, *p.* 2, *c.* 1, *parast.* 1: „Meistens wenn die Sonne recht stark scheint und die mamertinische See erhitzt, stellt die Natur eine unerschöpfliche Menge Malereien dar, und läſst sie vornehmlich über dem Meere sehen, welches die Bay von Reggio bildet. Da öffnet sich in der dunstvollen Luft plötzlich ein Schauplatz sehr verschiedener Dinge, mit so vielen Aufzügen, daſs wohl kaum etwas in der Natur ist, das hier nicht gesehen würde. Es erscheinen in Ordnung aufgestellte Festungen, Palläste und andere zierliche Häuser; eine unzählige Menge Säulen in Reihen geordnet; Cypressenbäume; groſse Landschaften, erfüllt mit Menschen; groſse und kleine Schafherden; alles mit einer solchen Verschiedenheit der Farbe, mit so künstlicher Mischung von Licht und Schatten, und so lebendigen Geberden, daſs wenigstens menschliche Kunst nichts gleiches hervor zu bringen vermag. Man nennt dieses Gesicht zu Reggio *Morgana.*“

Ueber dies findet sich in dem angeführten Werke **Kircher's** ein Brief des Jesuiten **Igna-**

tius Angelucci zu Leon Sanctius zu Rom, geſchrieben in Reggio, 1653, in welchem er die Morgana, die er am Tage von Mariä Himmelfahrt aus einem Fenſter in Reggio geſehen habe, beſchreibt, und zwar, wie folgt: „Das Meer, welches an Sicilien ſtöſst, ſchwoll in einer Länge von 10 Meilen auf, und glich einem groſsen Berge. Etwas von Calabriens Landſtrecke wurde im Augenblicke verwandelt zu einem durchſcheinenden Kryſtall, welcher wie ein Spiegel ausſah, und mit der Spitze den beſchriebenen Waſſerberg berührte, indeſs er mit dem Fuſse an das übrige Calabrien ſtieſs. In dieſem Spiegel zeigte ſich gleich eine Reihe von Säulen von etwas bleicher Farbe, wohl über 10000 an der Zahl, alle gleich hoch und alle gleich weit von einander. Im Augenblicke verſchwanden dieſe und verwandelten ſich in Kanäle oder Waſſerleitungen, wie die zu Rom. Oben auf dem runden Bogen, wo die Kanäle waren, geſtaltete ſich eine Sammlung von allerhand Figuren und Säulen. Oben auf dieſen kamen ſchöne Schlöſſer, welche auf einem groſsen Platze ſtanden und alle einerlei Form und Farbe hatten. Zwiſchen dieſen Schlöſſern war eine Menge Thürme von gleicher Beſchaffenheit. Dieſe Thürme verwandelten ſich zu einem von Säulen unterſtützten Schauplatze. Dieſer Schauplatz breitete ſich aus und verſchwand zu den Seiten. Endlich entſtand eine Menge Bäume. Und alles das verſchwand und wurde zu Meer, da ein ſanfter Wind über die Fluthen ſtrich."

Pilati, (Voyages en differ. païs de l'Europe, Haye 1777, p. 220,) Brydone, (Reiſen durch Sicil., a. d. Engl., Leipz. 1774,) Seſtini, (Briefe aus Sicilien, Leipz. 1781, S. 22,) erwähnen kürzlich einer Morgana, die ſie vom Aetna herab ſahen. [Auch Hrn. Seume zeigte ſich auf dem Aetna ein ähnliches Phänomen.]

Zuletzt handelt H. Dr. Caſtberg umſtändlich von Minaſi's Schrift, (*Ann.*, XII, 20,) aus der er einen Auszug giebt. Minaſi's Meinung, daſs ſich das Meer durch entgegen kommende Strömungen erheben könne, widerlegt er, und auch er glaubt, daſs Minaſi's Kupfer wohl nach ſeiner Theorie, aber nicht nach der Natur entworfen ſey. Minaſi's See-Morgana iſt eine Chimäre.

Von dieſen Beſchreibungen wendet ſich der Verfaſſer (Seite 263) zu den *Hypotheſen* über die Fata Morgana zu Reggio, welche ihn zu den ſo genannten Luftſpiegelungen führte. Erſt die Erklärung Kircher's, der auch Schott folgt. Dann die Hypotheſe Minaſi's und was Nicholſon bei Gelegenheit derſelben äuſsert, (*Annal.*, XII, 31.) Huddart's Beobachtungen können bei Erklärung der Morgana nicht zum Grunde gelegt werden. Dieſe Beobachtungen werden beſchrieben. (S. *Ann.*, III, 257.) Wrede's Beobachtungen aus den *Ann.*, XI, 421, umſtändlich, wobei Wrede ſeiner Genauigkeit wegen ſehr gelobt wird; ſeinen Beobachtungen über die Luft-

ſpiegelung lieſsen ſich in dieſer Hinſicht höchſtens Wollaſton's Beobachtungen, (*Ann.*, XI, 1,) an die Seite ſetzen, welche hier ebenfalls im Kurzen mitgetheilt werden. Herr Prof. Gilbert verſpricht am Schluſſe ſeiner Bearbeitung von Wollaſton's Auſſatze, die Fata Morgana aus der irdiſchen Strahlenbrechung genügend in einem der folgenden Hefte der Annalen zu erklären, [das nicht, ich hoffte nur aus den dort aufgeſtellten Reſultaten ein genügenderes Licht über die Fata Morgana verbreiten zu können, *G.*] hat dieſes Verſprechen aber noch nicht erfüllt; doch hat er in den Anmerkungen zu Minaſi's Auſſatze einiges über den Inhalt dieſer Abhandlung vermuthen laſſen. Er ſagt, u. ſ. f. [Jene Aeuſserung ſollte bloſs auf dieſe Bemerkungen gehen; denn mehr als ſie zu geben ſehe ich mich auſser Stande, ich müſste denn einmahl ſo glücklich ſeyn, ſelbſt eine Fata Morgana zu ſehen. *G.*] — Nun folgen Woltmann's Beobachtungen, (*Ann.*, III, 397,) ziemlich ausführlich. Eben ſo Büſch'ens Wahrnehmungen, (*Ann.*, III, 290,) wobei auch Gruber angeführt wird.

„Ich habe nun," (ſagt der Verf. am Schluſſe des erſten Theils ſeiner Abhandlung,) „die Meinungen der Naturforſcher, welche die Fata Morgana für eine ſo genannte Luftſpiegelung halten, dargeſtellt; wenn man aber die angeführten Beobachtungen über die Luftſpiegelung mit der obigen Beſchreibung der Fata Morgana vergleicht, ſo läſst

ſich ſchwerlich dieſe Erklärung mit Grunde annehmen.“ — Dieſe Aeuſserung führt Hr. Dr. Caſtberg zu Anfang der Fortſetzung ſeines Aufſatzes weiter aus, nachdem er zuvor die ſonderbare Meinung des D. Reinecke von der Fata Morgana widerlegt hat. (Vergl. *Ann.*, XII, 30, Anm.) Nimmt man Luftſpiegelung für die Urſache derſelben an, ſo iſt die Frage: wo ſind die Objekte zu ſehen? und wenn tritt ſie ein?

Etwas über den Grundriſs der Meerenge bei Meſſina, und einige Gründe des Prof. Gilbert, daſs Meſſina der Gegenſtand der Spiegelung ſey. (*Ann.*, XII, 25, Anm.) Dieſen Gründen ſetzt Herr Dr. Caſtberg S. 357 f. folgendes entgegen:

„Reggio's Fata Morgana kann nicht in Luftſpiegelung beſtehen, wenigſtens nicht in ſolcher, deren wirkliches Objekt Meſſina iſt, denn“

„1. iſt geringe oder keine Aehnlichkeit zwiſchen Luftſpiegelungsphänomenen und der Fata Morgana, wie ſie uns die Beſchreibungen ſchildern. Dieſe reden alle von Bildern in der Luft, welche ſich, (wie aus den Berichten zu erhellen ſcheint,) in einem weit kleinern Abſtande als die ſicilianiſche Küſte zeigen. Gilbert findet, wie ſchon geſagt, den Abſtand für eine Luftſpiegelung zu geringe; allein mehrere der angeführten Beobachtungen zeigen, daſs er groſs genug ſey, und ich getraue mir, zu behaupten, daſs er zu groſs iſt, als daſs man die Entſtehung der Fata Morgana auf dieſe Art erklären könne. Denn alle Be-

ſchreibungen reden ſehr beſtimmt von einzelnen Figuren, wie Bäume, Menſchen, Thiere, u. ſ. f., die ſich präſentiren. Nun denke man aber eine Stadt 6500 Toiſen entfernt; wird es da nicht viele geben, welche kaum die wirklichen einzelnen Bilder mit bloſsen Augen ſehen, geſchweige denn die umgekehrten und abgeſpiegelten Gegenſtände? So wohl Wrede als Woltmann muſsten ſich der Fernröhre bedienen, um einzelne Figuren zu betrachten; die Fata Morgana wird aber mit bloſsen Augen geſehen. Man nehme nur Minaſi's Zeichnung, (welche in Hinſicht der Luft-Morgana doch wohl einigen Glauben verdient, da dieſe Abbildung ſeine Hypotheſe von derſelben weder beſtärkt noch ſchwächt,) und man wird wahrnehmen, daſs die Luft-Morgana ſich in einem viel geringern Abſtande zeigt, als die Breite der Meerenge beträgt, zu geſchweigen, daſs ſeine Zeichnung nichts weniger als dem Spiegelbilde einer Stadt gleiche. Und doch muſs man vermuthen, daſs er wenigſtens einmahl Augenzeuge des Phänomens geweſen iſt."

„2. Wäre der Gegenſtand der Fata Morgana Meſſina, das man mit einer Luftſpiegelung erblickte, ſo würde man dieſes wiſſen. Die Einwohner Reggio's würden die Stadt kennen, da die Luftſpiegelung am Anſehen nichts ändert. Unfehlbar würde man erzählen, Meſſina werde bisweilen, hoch über die Erde erhaben, mit doppeltem Bilde geſehn. Und warum ſollte dieſes nicht allgemein bekannt ſeyn, da

doch anderer Orten, wo Spiegelungen oberwärts oder herabwärts die Gegenſtände veränderten, ja, ſelbſt unter dem Horizonte liegende Landſtrecken erhoben, die rechten Objekte von den Zuſchauern erkannt wurden? Latham beſchreibt z. B. ein ſolches Phänomen, wo ſich die franzöſiſche Küſte erhob."

„3. Beſtünde die Morgana in Luftſpiegelung, ſo würde dieſe doch ohne Zweifel durch Luftſchichten von verſchiedener Dichtigkeit hervor gebracht, welche über dem Sunde ſchwebten, und durch Brechung der Lichtſtrahlen, welche durch dieſe ſtrichen. Da dann die Urſache der Luftgebilde ſich eigentlich mitten zwiſchen beiden Küſten befände: ſo müſsten auch beide gleich bequem zum Objekte dieſer Bilder ſeyn, und das Phänomen auf beiden Seiten der Meerenge zugleich geſehen werden; Reggio müſste den Meſſinern ſo verändert erſcheinen, als Meſſina den Bewohnern Reggio's. Allein man hört nicht, daſs die Morgana auch von Sicilien geſehen werde, wenigſtens iſt mir nicht bekannt, daſs ein Reiſender dieſes berichte. Seſtini ſah ſie zwar vom Aetna, aber nicht über der Enge von Meſſina."

„4. Wenigſtens ſagen alle Beſchreibungen der Morgana, daſs ſie bei ſtiller See und ſtiller Luft erſcheine, und ſo bald ein ſanfter Wind zu wehen beginnt, verſchwinde. Der Wind iſt alſo dem Phänomene ungünſtig, da er doch bei der eigentlichen Luftſpiegelung dieſer ſehr beförderlich iſt,

um Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit zu verursachen."

„5. Ferner werden in den Beschreibungen Gegenwart der Sonne, klare Luft und warmes Wetter als Bedingungen genannt, unter denen sich die Morgana zeigt. Dagegen wird die bloſse Luftspiegelung auch ohne Sonnenschein, selbst ohne klaren Himmel wahrgenommen."

„6. Wie ich vorhin angeführt habe, so stellt Prof. Gilbert auch die Hypothese auf, daſs die Fata Morgana, oder vielmehr Minasi's See-Morgana, eine ungewöhnliche Erhebung einer sonst unter dem Horizonte von Reggio liegenden Küste Siciliens seyn könne, welche in der Luft-Morgana vielleicht mit einer Spiegelung aufrecht verbunden wäre. Ich muſs dagegen aber wieder einwenden, daſs die Einwohner Reggio's eine solche Küste bald erkennen würden. Auch zieht sich das sicilianische Gestade, bei Reggio vorbei, südsüdwestlich und tritt hier immer weiter und weiter zurück. (S. Fig. 2, Taf. II.) Nach seiner Vorstellung müſste die Fata Morgana also von Reggio in Süden oder wenigstens in Südwest erscheinen. Angelucci, vielleicht der genaueste Beschreiber von allen, sah sie aber gegen Norden, bei der Küste Calabriens, welche Messina gegen über liegt."

„Diese Gründe halte ich für zureichend, um nicht ferner das Objekt einer Luftspiegelung in Sicilien zu suchen."

„In der Meerenge kann dieses Objekt auch

nicht seyn, denn da liegt weder Insel noch Klippe, die aus dem Wasser hervor ragten, einige kleinere Inseln vor Capo Cenide ausgenommen, die aber so nahe beim Vorgebirge sind, dass man sie mit diesem in Hinsicht einer Spiegelung für eins annehmen kann. Sonst hat diese Meerenge nichts, was sie vor andern auszeichnete, es sey denn, dass man die ehemahls berühmten Scylla und Charybdis hierher rechnen wollte. Auch wird wohl keiner die von diesem unruhigen Meere aufsteigenden Wasserdünste für Objekte der Morgana halten wollen."

„Das wirkliche Objekt der Luftspiegelung wäre also nur auf der calabrischen Küste zu suchen, und dafür scheint auch Angelucci's Beschreibung sehr zu sprechen. Nur, wenn man, nach ihm, Capo Cenide und die davor liegenden Inseln für den Gegenstand der abgespiegelten Bilder nehmen wollte, so gehörte wohl eine sehr lebhafte Einbildungskraft dazu, so sehr verschiedene Gegenstände wahrzunehmen, da auf diesem Vorgebirge und den kleinen Inseln weder Thürme, noch Palläste, noch Wasserleitungen sind. Auch haben wir hier immer noch eine Entfernung von 6500 Toisen, die, wie gesagt, zum deutlichen Sehen zu gross scheint."

„Wie wäre denn nun aber die Fata Morgana zu erklären? Besteht sie aus Urbildern oder nicht? d. h., sind ihre Erscheinungen blosse Luftgebilde oder Repräsentation von Dingen, die wirklich am

Lande befindlich sind? Das erstere ist nicht gut möglich, da weder Wolken noch Wasserdünste regelmäſsige Gestalten geben können. Ist aber das letztere der Fall, so kann, meiner Meinung nach, nur Reggio selbst mit seinen Häusern und Thürmen das Objekt der abgebildeten Gegenstände seyn."

„Gewöhnliche Spiegelung kann hier, aus schon angeführten Gründen, nicht Statt haben. Eben so wenig läſst sich in den Wasserdünsten, oder, mit Kircher, in Dünsten, die vom Strande aufstiegen, eine durchsichtige und zugleich spiegelnde Perpendicularfläche denken, worauf alles erscheinen sollte. Daher möchte das Ganze wohl nur aus *Schattenbildern* bestehen, welche bei der Lage der Stadt Reggio, bei gewisser Stellung der Sonne, und bei der ebenen Beschaffenheit der Gegend nach Südost zu, recht gut möglich sind, da wir noch dazu an den Nebeln, die früh über der Meerenge schweben, ein so gutes Feld für die Abschattungen haben. Die verschiedenen Thürme, Häuser, u. s. w., die durchaus vergröſserten Gegenstände, die Regenbogenfarben an den Rändern, und die sich bewegenden Nebel würden wohl ziemlich das, was Minasi beschreibt, nachbilden."

„Zeit, Witterung und andere Umstände, unter denen die Fata Morgana erscheint, stimmen zu dieser Erklärung. Facellus sagt, sie entstehen mit dem Morgenroth; Angelucci sah sie

auch früh am Morgen; und nur Minasi sagt, daſs die Sonne unter 45° die Erde bescheinen müſse, wenn sie entstehen solle, welcher Winkel aber wohl nur seiner Theorie zu Gefallen angenommen ist. Er selbst sagt, daſs die Luft-Morgana sich in Dünsten bilde, welche durch Sonnenwärme, Wind und Meeresbewegungen zerstreut würden. Auch dieses paſst für meine Erklärung."

„Die Richtung, in welcher man die Morgana nach dieser Erklärung sehen müſste, wäre in Nordost, oder wenigstens nördlicher als die Stadt; welches auch mit Angelucci überein kömmt. Die Zeichnung, Fig. 3, Taf. II, giebt eine Idee, wie dieses Phantom nach meiner Meinung entsteht und wie die Sonne, das Objekt, und der Nebel dabei stehen müſsten. Was dieser Erklärung hauptsächlich entgegen seyn würde, sind 1. die unendlichen Vervielfältigungen, von denen die Beschreiber der Morgana reden, und die hier nicht Statt haben können, wenn sich gleich viele einzelne Häuser und Gegenstände Reggio's abbildeten; und 2. die prachtvollen Scenen, zu denen sich schwerlich Gegenstände in Reggio möchten auffinden lassen. Sollte aber dabei nicht viel Uebertreibung seyn. 3. Wird in den Beschreibungen von farbigen Bildern gesprochen; hat man nicht bloſs farbige Ränder, sondern die natürlichen Farben der Bilder gesehen, dann würden es freilich keine Schatten, sondern Luftspiegelungen seyn."

Herr Dr. Caſtberg beſchlieſst dieſe Bemerkungen mit Bouguer's und Condamine's Beobachtungen ſolcher Schattenbilder mit farbigen Rändern auf dem Pambamarka, und mit der Beſchreibung des ſo genannten Brockengeſpenſtes, (*Ann.*, XII, 24,) und einer ähnlichen Wahrnehmung in Norwegen.

Er wendet ſich darauf S. 382 zu den Nachrichten über die Fata Morgana in andern Ländern. Hier erſt umſtändlich die Erſcheinungen, welche Giovene beſchrieben hat, (*Ann.*, XII, 1.) Ferner nach Ström, (Beſkrivelſe ower Söndmör, Deel 1, 429,) eine Erzählung von Erhebungen in Norwegen, wo kleine Inſeln und Klippen nicht bloſs über das Meer erhöhet ſcheinen, ſondern auch einen Haufen artiger und ſchnell abwechſelnder Figuren darſtellen. Dann Prof. Wilſe's Nachricht von den Spiegelungen über dem Fluſſe Glommen in Norwegen, (*Ann.*, III, 366,) und die von Cranz beſchriebenen Erſcheinungen an den Kooköer in Grönland. — Endlich aus Schweden die ſo genannten Inſeln der Meerfrau Gunila, (Gunilas Oerar,) welche Pontoppidan für ſeine Kraken oder Sjöhorſven hielt, nach Herrn Wetterlin's Unterſuchung aber bloſse Spiegelungen der äuſserſten ſtockholmiſchen Scheren ſind.

Diejenigen, welche Gelegenheit haben, an Ort und Stelle dergleichen Phänomene zu beobachten, ſollten erſtens das wahre Objekt zu finden ſuchen, und dann zweitens Beobachtungen

über

über die Luft, durch welche die Lichtſtrahlen gehn, anſtellen, und, wo möglich, ihre Bewegung, Dichtigkeit, Wärme, Durchſichtigkeit, Feuchtigkeit und Electricität beſtimmen.

Noch einiges von der *Erhebung* der Landſtrecken, (Opgildring,) ſo wohl von einfachen Erhebungen, als von Erhebungen mit Spiegelung. — Latham's Beſchreibung der Erhebung der franzöſiſchen Küſte den 26ſten Julius 1797, (*Ann.*, IV, 142,) ausführlich.

„Alle ſolche Phänomene ſind als Prognoſtica in Hinſicht der Witterung anzuſehen. Meiſtens folgt ihnen ein Sturm. Man kann ſich zwei Fälle denken, wie dieſe Luftſpiegelungen Vorboten des Sturmes ſeyn können: entweder iſt ſchon eine ſanfte und uns unmerkliche Bewegung der Luft vorhanden, wodurch eben die Schichten von verſchiedener Dichtigkeit entſtehen; oder der zukünftige Sturm comprimirt ohne alle andere Bewegung die Luft, wodurch unſre Geſichtslinien gehen, und bringt dadurch eine gröſsere Refraction derſelben zuwege.“

„Eine genaue Kenntniſs dieſer Phänomene möchte dem Seemanne von groſsem Nutzen ſeyn. Sie könnten ihm den Sturm vorher verkündigen; ſie können ihn aber auch ein Land erblicken laſſen, wo er keins findet, und daher Correctionen in mancher Angabe nothwendig machen. Ein Beiſpiel giebt die kleine Inſel Alboran, gleich innerhalb der Straſse von Gibraltar, deren An-

ſicht und Lage ſo manchen Täuſchungen unterworfen ſind, daſs einige Seefahrer ſogar das Daſeyn dieſer Inſel bezweifelt haben. Noch neulich ſah man ſie von einem däniſchen Kriegsſchiffe, welches in das mittelländiſche Meer fuhr, auf dem Hinwege ſehr deutlich, allein bei der Rückkunft war auf demſelben Flecke nichts von ihr wahrzunehmen." *)

Beim Schluſſe ſeines Aufſatzes trägt Herr Dr. Caſtberg noch einige Ergänzungen nach:

1. Unter den Schriftſtellern, welche, über die Fata Morgana geſchrieben haben, werden in Volkmann's Nachrichten über Italien noch erwähnt: Gallo im erſten Bande ſeiner Opuscoli; ein Jeſuit Giardina; und Leanti, einer der neueſten und beſten Autoren, deſſen Beſchreibung aber übertrieben ſcheint.

2. Wie oft die Fata Morgana bei Reggio geſehn wird, darüber iſt unter den Schriftſtellern

*) Hierher gehört auch die fabelhafte Inſel St. Brandon, welche noch in dem Vergleich, durch den im J. 1519 Portugal die canariſchen Inſeln an Spanien abtrat, mit unter den canariſchen Inſeln, als die Nie-gefundene (*Non-trubada o Encubietra*) genannt wird, und die, wie Bory de St. Vincent in ſeinen *Eſſais ſur les Isles fortunés* meint, vermuthlich auf Trug von Seedünſten beruhe, welcher viele bethört habe. Taſſo erwählte dieſe Inſel zum Wohnſitze der Armida.
d. H.

keine Uebereinstimmung. Minasi sagt, jede sechste Stunde; nach Volkmann gehn bisweilen über 12 Jahr hin, ohne daſs dieses Phänomen wieder gesehen wird.

3. Was die Hypothesen zur Erklärung der Fata Morgana betrifft, so sucht Brydone gar den Grund derselben in atmosphärischer Electricität, und meint, sie sey gleicher Natur als das Nordlicht.

4. Dänische Schiffer, welche die Fata Morgana gesehen haben, versichern, sie zeige sich über der Meerenge in Wasserdünsten.

III.

Eine neue merkwürdige Beobachtung über die verschiedenen Arten der Electricität, welche fein gepulverte färbende Substanzen durchs Durchpudern für sich, und in Verbindung mit einander, als Gemenge, annehmen,

von

Adolph Traugott von Gersdorf
auf Meffersdorf.

Schon vor zwei Jahren hatte ich mich mit Versuchen über die merkwürdigen und ergötzenden Erscheinungen beschäftigt, welche man erhält, wenn man über einen Harzkuchen isolirte metallene Spitzen stellt, auf den Draht derselben Funken aus positiv und negativ geladenen mäfsigen Flaschen schlagen läfst, und nachher diese Kuchen mit verschiedenfarbigen Pulvern bepudert. Als ich diese Versuche am Ende des so eben geendigten Winters fortsetzte, gaben sie mir zufällig Gelegenheit zu einer sonderbaren Bemerkung, welche ich für eine ganz neue Entdeckung zu halten geneigt bin, da ich noch nirgends einige Nachricht von einer ähnlichen Beobachtung gefunden, oder irgendwo etwas davon gehört habe.

Dafs jede gepulverte Substanz beim Durch-

pudern durch ein Stückchen dünnen Leinenzeuges oder durch einen kleinen Puderpüſter poſitiv oder negativ-electriſch wird, iſt bekannt. Die meiſten Subſtanzen nehmen beſtändig negative, weit wenigere beſtändig poſitive Electricität an. Unter den färbenden Subſtanzen, welche allein zum Bepudern zu brauchen ſind, wenn man ſich Abdrücke auf Papier von den ſonderbaren Wirkungen der Electricität auf den Harzkuchen verſchaffen will, war bisher, nach meinen Erfahrungen, der *ſchwärzliche Asphalt*, (Gummi Aſphalt der Droguerieen,) die einzige Subſtanz, welche durchs Durchpudern jederzeit poſitive Electricität annahm und alſo ſich auf die auf dem Kuchen negativ gewordenen Theile anlegte. Die übrigen farbigen Subſtanzen fand ich immer negativ. *) Bloſs das *rothe Drachenblut* machte noch gewiſſer Maſsen eine Ausnahme. Dieſes fand ich zwar meiſtens auch negativ; bey manchen Arten zeigte ſich aber daſſelbe Drachenblut, welches ich bei mehrern Verſuchen ſchon negativ gefunden hatte, nach einem Viertel- oder halben Jahre poſitiv. Ob vielleicht alles Drachenblut, wenn es ſo lange gepulvert ruhig geſtanden hat und erſt negativ geweſen iſt, die poſitive Electricität annimmt, will

*) Vaſſalli behauptet, beim Durchpudern durch ein meſſingenes, wie durch ein gläſernes Sieb, alle Metalle poſitiv-electriſch geſunden zu haben. (*Annalen*, VII, 500.) *d. H.*

ich jetzt noch nicht gewiſs bestimmen, indem ich noch nicht hinlänglich überzeugende Erfahrungen darüber gesammelt habe, vermuthe es jedoch kaum. Indessen ist schon dieser sonderbare Umstand, den ich bisher noch bei keiner unter allen andern von mir zum Durchpudern gebrauchten färbenden Substanzen bemerkt habe, merkwürdig genug, um die Aufmerksamkeit der Physiker und deren genauere Prüfung zu verdienen.

Diese Beobachtung hatte ich schon bei meinen vorjährigen Versuchen gemacht. Einen andern, nicht weniger merkwürdigen Umstand habe ich erst zufällig bei meinen letzten Versuchen bemerkt, nicht ohne groſse Bewunderung.

Als ich vor zwei Jahren mich durch Versuche überzeugt hatte, daſs beim einzelnen Durchpudern einige der farbigen Substanzen positive, andere negative Electricität annehmen, war ich schon damahls auf den Versuch gekommen, zwei solche Substanzen von verschiedener Farbe, deren eine die positive, die andere die negative Electricität annähme, unter einander zu mengen, und dieses Gemenge an einen Harzkuchen, worauf positive und negative Zeichnungen oder Züge gemacht waren, zu pudern. Die positiv werdende Substanz, hoffte ich, werde sich an die negativen, und umgekehrt, die negativ werdende Substanz an die positiven Zeichnungen und Züge anlegen, und es würden also Zeichnungen und Figuren von zweierlei Farben auf dem Kuchen entstehen. Diese Ver-

mühung fand ich damahls in der That gleich mit dem ersten Versuche, den ich deshalb anstellte, vollkommen bestätigt, obschon durch zufällige Umstände die Trennung beider Pulver ein Mahl nicht so vollkommen als das andere Mahl erfolgt.

Vor dem Anfange meiner diesjährigen Versuche prüfte ich die Electricität verschiedener farbiger gepulverter Substanzen nochmahls genau. Ich fand zu meinem Vergnügen, dass eine schöne Art von fein gepulvertem Drachenblute, welches im vorigen Jahre allezeit negative Electricität angenommen hatte, jetzt beim Durchpudern sich positiv-electrisch zeigte, und erwartete daher zuverlässig, dass ein Gemenge von diesem positiven rothen Drachenblute und negativem gelben Gummigutt auf dem Harzkuchen farbige Zeichnungen und Figuren hervor bringen würde, von denen die positiven Theile gelb, die negativen roth erscheinen würden.

Wie gross war daher nicht mein Erstaunen, als ich mich in meiner gewissen Erwartung ganz getäuscht fand, indem gerade das Gegentheil davon erfolgte. Alle positive Figuren auf dem Kuchen hatten das rothe Drachenblut, die negativen hingegen das gelbe Gummigutt anzogen; indess ein Gemenge von positivem schwarzen Asphalte und gelbem negativen Gummigutt, ganz wie es der Regel nach erfolgen sollte, gelbe positive und schwarze negative Figuren und Zeichnungen gab. — An den Gemengen selbst, wenn ich deren jedes

für ſich an ein empfindliches Electrometer puderte, fand ich den Unterſchied, daſs das Gemenge aus poſitivem Drachenblute und negativem Gummigutt die Blättchen poſitiv, das andere hingegen aus poſitivem Asphalte und negativem Gummigutt ſie negativ aus einander trieb, ſo daſs folglich im erſten Gemenge die poſitive, im zweiten dagegen die negative Electricität überwiegend war.

Je mehr mich der ganz unerwartete Erfolg beim Bepudern der Kuchen mit dem erſten Gemenge befremdete, um deſto gewiſſer glaubte ich anfänglich, es müſſe dabei irgend eine Täuſchung zum Grunde liegen. Ich wiederhohlte deſshalb dieſe Verſuche, deren Erfolg alle Mahl der nämliche blieb, ſo oft, bis ich durch ſie völlig überzeugt war, daſs ich alles richtig bemerkt und niedergeſchrieben hatte. Es bleibt daher kein Zweifel übrig, daſs beim Durchpudern des Gemenges aus poſitivem Drachenblute und negativem Gummigutt dieſe beiden Subſtanzen ihre eigenthümlichen Electricitäten, welche ſie beim einzelnen Durchpudern annehmen, *verwechſeln*, und dann gerade die entgegen geſetzten der ihnen beim einzelnen Durchpudern eigenthümlichen Electricitäten, nämlich das Drachenblut negative und das Gummigutt poſitive Electricität, zeigen.

Meffersdorf im April 1804.

IV.

VERSUCHE
über
die Electricität des Holzes beim Schaben oder Schneiden,
von
W. WILSON
in London. *)

Ich bearbeite häufig sehr trockenes Holz, das mehrere Stunden lang über starkem Feuer gedörrt worden. Dabei bemerkte ich häufig, dafs die Späne an den eisernen Instrumenten und an andern Körpern hängen blieben. Seit ein Paar Jahren zog diese Erscheinung meine Aufmerksamkeit besonders auf sich, und veranlafste mich zu folgenden Versuchen.

Ich legte auf die Deckplatte eines Bennet'schen Electrometers eine Zinnscheibe von 6 Zoll Durchmesser, und schabte nun ein trockenes und warmes Stück Büchenholz mit einem trockenen und erwärmten Stücke *Fensterglas* so, dafs einige wenige der abgeschabten Späne auf die Platte fielen. Die Goldblättchen divergirten sogleich mit + E

*) Zusammen gezogen aus Nicholfen's *Journal*, Vol. 4, p. 49. *d. H.*

und kamen zum Anſchlagen. Der Erfolg blieb ſtets derſelbe, wiewohl nicht immer von gleicher Stärke, ich mochte warmes oder kaltes Holz nehmen. — Nahm ich zum Schaben des Holzes ein *Meſſer*, ſo zeigten die Späne deſſelben Holzes — E. Als ich indeſs verſchiedene Hölzer nahm und ſie mit dem Meſſer ſchabte oder damit kleine Späne abſchnitzte, erhielt ich ſehr ungewiſſe Reſultate, nämlich bald poſitive, bald ein Mahl negative Electricität, ſelbſt wenn ich daſſelbe Holz und daſſelbe Meſſer nahm.

Als ich die Schneide eines Federmeſſers in eine Glasröhre eingeſetzt und ſo iſolirt hatte, zeigte ſie nach dem Schaben oder Schneiden ſtets die entgegen geſetzte Electricität mit der der Späne. Letztere war meiſt poſitiv, mitunter jedoch auch negativ; woher? dies zu entdecken, wollte mir nicht gelingen. Erſt nach mehrern hundert Verſuchen fand ich, daſs es von Einfluſs iſt, ob die Klinge ſcharf iſt, oder nicht. Ich hatte eben mit dem iſolirten Federmeſſer poſitive Späne erhalten; zog darauf das Meſſer, daſs es beſſer ſchneiden möchte, auf einem Wetzſteine ab, (was ich häufig zuvor gethan hatte,) und erhielt nun von demſelben Holze negative Späne. Ich nahm ſogleich ein anderes wenig gebrauchtes Meſſer, und ſchnitt, ohne es zuvor ſcharf zu machen, damit das Holz; die Späne waren poſitiv. Als ich nun das Federmeſſer nahm, das ich geſchärft hatte, gab auch dieſes poſitive Späne; ſo wie ich es indeſs wieder

auf dem Wetzsteine (*stone*) schärfte, waren die Späne auch wieder negativ - electrisch. *)

Schon glaubte ich den wahren Grund entdeckt zu haben. Um mich indefs davon völlig zu überzeugen, schliff ich an ein Federmesser eine sehr feine Schneide, und nahm dieselben Hölzer wieder, die mir zu den vorigen Versuchen gedient hatten. In 24 Versuchen mit Kirschholz, 4 mit Ulmenholz, und 6 mit Eibenholz hatten die Späne immer — E. Ich führte nun die Schärfe des Messers leicht über ein Stück Eisen hin, um es stumpfer zu machen; aber es gab darum nicht weniger negative Späne. Selbst als ich es nochmahls auf dem Eisen hin und her geführt und es recht stumpf gemacht hatte, blieben die Späne negativ. **) Ich rieb nun die Schneide des Messers auf einem Schleifsteine (*grindstone*) rauh; auch diese rauhe Schneide gab negative Späne. Endlich schliff ich das Federmesser wieder auf dem Wetzsteine mit Sorgfalt, erhielt aber mit der scharfen Schneide wiederum negative Späne.

Bei allen diesen letztern Versuchen waren die Hölzer kalt gewesen. Zu den erstern hatte ich mehrentheils erwärmtes, und nur einige Mahl

*) Das vorgängige Schleifen möchte hier von mehr Einfluss, als die grössere Schärfe der Schneide gewesen seyn. *d. H.*

**) Reiben von Stahl auf Eisen und Reiben von Stahl auf einem Wetzsteine, sind nicht gleiche Umstände. *d. H.*

kaltes Holz genommen. Vielleicht konnte die Verschiedenheit des Resultats von diesem Umstande abhängen. Um dieses auszumachen, spaltete ich das Stück Kirschholz, welches zu den vorigen Versuchen gedient hatte, und durchhitzte die eine Hälfte desselben über Feuer. Sie gab mit demselben Messer 6 Mahl hinter einander positive Späne, und auch als sie erkaltet und kaum noch warm war, 4 Mahl positive Späne. Dagegen gab die andere Hälfte, die seit 5 oder 6 Stunden dem Feuer nicht nahe gekommen war, jedes Mahl, bei 4 Versuchen, negative Späne. Ich machte sie darauf durchgehends heiss, und schnitzte mit demselben Messer Späne ab; sie waren nun in 7 Versuchen hinter einander immer positiv. Nachdem beide Stücke vier Stunden lang gelegen hatten, um völlig kalt zu werden, gaben beide in 12 Versuchen stets negative Späne; als aber das eine wieder heiss gemacht worden war, erhielt ich davon 6 Mahl hinter einander positive Späne. Das andere Stück Kirschholz erwärmte ich darauf äusserlich, doch so, dass es innerlich noch kalt war; in 8 Versuchen gab es nun 4 Mahl positive und 4 Mahl negative Späne; als es aber nach 3 bis 4 Stunden wieder durchaus kalt geworden war, fanden sich die Späne in 8 Versuchen stets negativ. Eben so die Späne eines dritten Stücks Kirschholz, das seit 4 oder 5 Tagen keinem Feuer nahe gekommen war.

Ich wiederhohlte diese Versuche mit verschie-

denen nicht ſonderlich ſcharfen Meſſern, und mit Kirſchholz und Büchenholz; immer gab das Holz durchaus erhitzt oder ſo weit erkaltet, daſs es nicht mehr merklich warm war, poſitive, dagegen 3 bis 4 Stunden nach durchgängiger Erhitzung negative Späne. Manchmahl, wenn das Holz nur erſt wenig erwärmt war, hielt es äuſserſt ſchwer, überhaupt Zeichen von Electricität zu bekommen; und andere Mahl, wenn es nur kurze Zeit ſehr nahe beim Feuer gelegen hatte und nur noch äuſserlich warm war, waren erſt einige wenige Späne poſitiv, die folgenden dagegen alle negativ. Einmahl machte der erſte Span das Electrometer um 1 Zoll divergiren, und der zweite es wieder völlig zuſammen fallen.

Ich ſchärfte mir nun zwei Meſſer mit vieler Sorgfalt auf einem Wetzſteine, machte daſſelbe Stück Kirſchholz durchaus heiſs, und erhielt in 9 Verſuchen mit dem einen, und in 5 Verſuchen mit dem andern dieſer Meſſer, immer nichts als negative Späne. Daſſelbe war im Ganzen der Fall in eben ſo viel Verſuchen mit dem Büchenholze, nur daſs dieſes harte Holz den Meſſern gar bald die nöthige Schärfe nahm; daher waren jedes Mahl nur der erſte oder die beiden erſten Späne negativ-, die folgenden ſchon poſitiv-electriſch. Schärfte ich dann aber nur das Meſſer, ſo waren wieder der nächſte oder die beiden nächſten Späne negativ. Etwas ähnliches zeigte ſich mir in der Folge auch beim Kirſchholze, nur daſs dieſes erſt,

nachdem es zehn oder zwölf Späne hergegeben hatte, dem Messer die nöthige Schärfe benahm.

Es erhellt aus diesen Versuchen folgendes: 1. Wenn sehr trockenes Holz mit Fensterglas geschabt wird, sind die Holzspäne immer positiv-electrisch. — 2. Wird es mit einem Messer geschnitzt, das nicht sehr scharf ist, so giebt es, falls es durchaus heiſs ist, positive, falls es durchaus kalt ist, negativ-electrische Späne. — 3. Ist dagegen die Schneide des Messers ausserordentlich scharf, so sind die Späne immer negativ-electrisch, das Holz mag heiſs oder kalt seyn.

Die meisten dieser Versuche wurden mit der isolirten Federmesserklinge gemacht; sie hatte jedes Mahl die entgegen gesetzte Electricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da, wo der Span abgeschnitzt war, zeigte sich nur sehr selten, und auch dann immer nur sehr schwach electrisirt, und in diesen Fällen war die Electricität derselben mit der schwächsten der beiden gleichartig. *)

Noch habe ich wiederhohlt gefunden, daſs, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander gespalten wird, die beiden von einander gesonderten Flächen electrisirt sind, und zwar die eine positiv, die andere negativ.

*) Man vergleiche hiermit die Resultate aus Vassalli's sorgfältigen Versuchen über die Electricität beim Schaben verschiedenartiger Körper, in den *Annalen*, VII, 498. *d. H.*

V.

Schmelzpunkt des Bleies und Siedepunkt des Quecksilbers,

von

M. J. Chrichton.*)

Ich hatte vor einiger Zeit Thermometer mit langen Scalen verfertigt, und wünschte, zu sehen, ob sie in den höhern Temperaturen harmonirten. Zu dem Ende verschaffte ich mir $1\frac{1}{2}$ Pfund feinen Zinnes, und brachte dieses, nachdem ich zuvor zwei dieser Thermometer an einen Trägen, [wahrscheinlich nahe über der Gluth,] gehängt hatte, zum Schmelzen, bei einer Hitze, die um 20 bis 30° Fahr. höher als der Siedepunkt des Zinnes seyn mochte. Darauf tauchte ich beide Thermometer in das geschmolzene Metall. Beide sanken nun allmählich bis 442° Fahr. herab; dann fielen sie plötzlich auf 439° und stiegen eben so schnell wieder auf 442° zurück. Auf diesem Punkte blieb das Quecksilber 5 Minuten lang unverrückt stehen, welche Zeit hindurch das geschmolzene Zinn im Innern des Tiegels erstarrte.

*) Aus Tilloch's *Philos. magazine*, 1803, Mars, und van Mons *Journ. de Chimie et de Phys.*, t. 5, p. 31.
d. H.

Diese Beobachtung war für mich überraschend, und ich bat daher Herrn Mickleham, bei einer Wiederhohlung des Versuchs gegenwärtig zu seyn. Wir verschafften uns $1\frac{1}{2}$ Pfund Zinn aus einem andern Hüttenwerke und wiederhohlten den Versuch mehrere Mahl. Der Erfolg war immer derselbe, und so hatten wir also einen neuen festen Punkt für die Graduirung der Thermometer aufgefunden.

Man glaubte bisher, der *Siedepunkt des Quecksilbers* sey bei 600° Fahr. Ich habe mich davon versichert, dass das Quecksilber nie bei einer geringern Hitze als 655° Fahr. kocht. Doch habe ich den wahren Siedepunkt desselben noch nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen können.

VI.

VI.

FORTGESETZTE NACHRICHT

von den neuesten Versuchen des Grafen von Rumford über die strahlende Wärme,

welche er dem franz. Nationalinstitute mitgetheilt hat,

vom

Dr. Friedländer.*)

Paris im Mai 1804.

Wie man aus den vorher gehenden Versuchen, [Seite 37 und 39 f.,] gesehen hat, erwärmen und erkälten sich die Metalle in freier Zimmerluft schneller, wenn sie rauh und geschwärzt sind, als wenn ihre Oberfläche polirt ist. Graf Rumford wünschte zu wissen, ob dieses auch dann Statt fin-

*) Oeffentlichen Nachrichten zu Folge hat der Herr Graf von Rumford diese seine Untersuchungen über strahlende Wärme und Wärmeverbreitung für ein eignes Werk bestimmt, woran in Genf gedruckt wird. Schon aus diesem Grunde würde ich sie in den Annalen nicht in ihrem ganzen Umfange aufnehmen können. Sollte man daher auch diese Notizen, die mir Hr. Dr. Friedländer von ihnen mitzutheilen die Güte hat, nicht in dem Sinne vollständig finden, wie die übrigen Auszüge in den Anna-

de, wenn man ſie in verſchloſſenen Gefäſsen aufbewahrt, wo ſie nur mit einer gewiſſen Quantität Luft umgeben ſind, oder wenn man ſie darin mit warmen oder kaltem Waſſer umgieſst.

In dieſer Abſicht wurde ein cylindriſches polirtes Gefäſs aus dünnem Meſſingbleche, welches 3 Zoll Durchmeſſer und 4 Zoll Höhe hatte, in der Mitte eines gröſsern ſchwebend befeſtigt. In der Achſe des Pfropfes, welcher dieſes letztere verſchloſs, war ein ¾ Zoll groſses Loch durchgebohrt; in dieſes paſste der Hals des innern Gefäſses, das von dem Pfropfe ſo gehalten wurde, daſs ſich überall ein Zoll Zwiſchenraum zwiſchen beiden Gefäſsen befand. Das äuſsere Gefäſs ruhte auf einer kleinen ¾ Zoll weiten und 1½ Zoll langen Röhre, die an einem ſchweren Fuſse befeſtigt war, damit es in ein Gefäſs mit Waſſer geſtellt werden konnte. Daſs der Boden des gröſsern Gefäſses erſt nach Einbringung des kleinen Gefäſses eingelöthet wurde, verſteht ſich. Das Inſtrument glich, wie man ſieht, vermöge dieſer Einrichtung im Ganzen demjenigen, deſſen ſich Graf Rumford zu ſeinen Verſuchen über die Verbreitung der Wärme in Flüſſigkeiten bedient, und in ſeinem ſiebenten *Eſſay* unter dem Namen: *Thermometre de paſſage*, beſchrieben hat. [*Ann.*, V, Taf. VI.]

len, ſo ſcheinen ſie mir in dieſem Falle doch zweckmäſsig zu ſeyn. Auch kommt dazu, daſs ſie das Intereſſe der gröſsten Neuheit für ſich haben. *d. H.*

Das innere Gefäſs wurde nun mit kochendem Waſſer gefüllt, und ein Thermometer mit einem 4 Zoll langen cylindriſchen Gefäſse in daſſelbe hinein geſtellt. Das äuſsere Gefäſs füllte man mit zerſtoſsenem Eiſe. Das innere Meſſinggefäſs war in dieſem Inſtrumente polirt; in einem zweiten ganz ähnlichen Inſtrumente war es, zum Behufe vergleichender Verſuche, geſchwärzt. Beide Inſtrumente wurden neben einander in eine Wanne geſtellt, die mit zerſtoſsenem Eiſe angefüllt war, und ſtets in der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes erhalten wurde; und ſo beobachtete man mehrere Stunden lang den Gang ihrer Erkaltung. Da das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers bei der Temperatur von 3 bis 4° R. gröſser iſt, als das des ſchmelzenden Eiſes, ſo konnte vielleicht das Waſſer am Boden der Wanne etwas wärmer ſeyn; zur gröſsern Vorſicht ſetzte man daher den Boden des Inſtruments auf ein Geſtell von Blech, das mit Eis bedeckt war; und da dieſes Geſtell auf 3 Zoll langen Füſsen ſtand, ſo lieſs ſich auch unter demſelben Eis auf dem Boden der Wanne anbringen, ſo daſs der ganze Apparat ringsum in Eis ſtand.

Gleich im Anfange fielen die Thermometer zu ſchnell, als daſs man ſie hätte verfolgen können. Man wartete daher bis zu dem Augenblicke, in welchem ſie auf 55° ſtanden, und beobachtete nun die Zeit, die auf das Fallen der Thermometer von 5 zu 5 Graden bis zu + 5° R. hinab, hinging. Der Verſuch dauerte 8 Stunden und gab folgendes Reſultat:

Es bedurfte um zu fallen					das Thermometer:			
					A im polirten Gefäſse		B im geſchwärzten Gef.	
					Min.	Sec.	Min.	Sec.
	von	55°	auf	50° R.	11	6	7	5
	—	50	—	45	13	15	8	10
	—	45	—	40	15	12	9	5
	—	40	—	35	19	10	10	50
	—	35	—	30	22	24	12	18
	—	30	—	25	27	50	15	10
	—	25	—	20	37	6	21	15
	—	20	—	15	54	15	28	15
	—	15	—	10	80	25	41	25
	—	10	—	5	183	45	85	15
Ueberh.	—	55	—	5	478	4 [?]	254	5 [?]

Alſó erkaltete der geſchwärzte Körper, auch von einer Flüſſigkeit, wie Waſſer, umgeben, ſchneller als der polirte. Aber der Gang der Geſchwindigkeit des Erkaltens beider iſt verſchieden; und zwar iſt der Unterſchied in der Schnelligkeit des Erkaltens beider deſto geringer, je nachdem die Temperatur des Mediums, in welchem die Inſtrumente zum Erkalten ſtehen, weniger von der Temperatur der Inſtrumente ſelbſt verſchieden iſt. Denn um von 55° auf 50° zu fallen, brauchte der polirte Körper 11′ 6″, der geſchwärzte 7′ 5″; um aber von 10° zu 5° R. zu fallen, bedurfte der polirte 183′ 45″, der geſchwärzte 85′ 15″. [Jene Zeiten verhalten ſich wie 10000 : 6389, dieſe wie 10000 : 4640.] Es iſt indeſs wahrſcheinlich, daſs die Verſchiedenheit im Verhältniſſe der Erkaltungszeit in verſchiedenen Temperaturen nur

ſcheinbar iſt, und von der längern oder kürzern Zeit abhängt, die erfordert wird, um die Thermometer in den Gefäſsen die mittlere Temperatur der ſie umgebenden Waſſermaſſen annehmen zu machen.

Die Reſultate der Verſuche, die im vorigen Jahre vom Grafen Rumford mit polirten und unpolirten Gefäſsen in freier *Zimmerluft* angeſtellt wurden, lehrten, daſs die polirten Gefäſse 39′ 30″ nöthig hatten, um von 50° zu 40° F., [von 8° auf $3\frac{1}{2}$ ° R.,] zu fallen, indeſs die unpolirten hierzu nur 22′ bedurften. Die Zeiten ſind alſo wie 10000 : 5810. In *ganz freier* Luft war dieſes Verhältniſs wie 10000 : 5654.

Aus den Vorſtellungen vom Wärmeſtrahlen der Körper folgert Graf Rumford, daſs, wenn die Temperaturveränderungen von der ſtrahlenden Wärme herrühren, und die Intenſität derStrahlenwirkung eines Körpers im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Quadrate der Entfernung ſtehe, ein warmer Körper, der zum Erkalten in einer von allen Seiten mit Mauern umgebenen Luft ſich befindet, wie groſs auch das Zimmer ſey, doch immer in gleicher Zeit erkalten müſſe, wofern nur die Oberfläche in der gegebenen Temperatur conſtant dieſelbe ſey. Dieſes ſcheinen die jetzigen Verſuche wie die des vorigen Jahres zu beſtätigen.

Die Einwirkung der Luft beim Erkalten im eingeſperrten Raume ſcheint übrigens weit gerin-

ger zu ſeyn, als man gewöhnlich glaubt. Denn directe Verſuche haben gezeigt, daſs die Körper im leeren Raume ſich ebenfalls ziemlich ſchnell erkälten und erwärmen. Wenn ein warmer Körper in ruhiger Luft erkaltet, die nicht bewegt wird, ſo möchte, wie der Hr. Graf meint, nur $\frac{1}{37}$ von dem, was der Körper verliert, der Luft zukommen; das übrige erhalten die entferntern feſten ſoliden Körper durch Ausſtrahlen.

In einem *vierten Memoire*, welches Graf Rumford Anfangs Mai dem Nationalinſtitute mitgetheilt hat, beſchreibt er folgende Verſuche:

Zwei faſt cylindriſche Gefäſse von gleicher Geſtalt und Dimenſion, 3″ 10‴ weit, 5″ hoch, und jedes mit einem engen, 1″ 2‴ hohen Halſe verſehen, von welchen das eine von ſtarkem Glaſe, das andere von ſehr dünnem Bleche verfertigt war, wurden ſorgfältig gewogen, und ihre Oberfläche wurde ausgemeſſen. Das Gefäſs von Glas wog 13 Unzen 1 Drachme und 18 Gran, das blecherne nur 5 Unzen 1 Drachme und 55 Gr.; die äuſsere Oberfläche des letztern Gefäſses betrug 54,462 Quadratzoll, welches für die Dicke der Wände 0,2142 Linien macht, wenn nämlich die ſpecifiſche Schwere des Blechs auf 7,8404 geſetzt wird. Die Glasfläche war 6 Mahl ſo dick, wie das aus dem Gewichte, aus der ſpecifiſchen Schwere und der Oberfläche leicht zu berechnen iſt. Bei-

de Gefäſse wurden mit kochendem Waſſer gefüllt, und an Fäden ruhig in einem groſsen Zimmer 5 Fuſs über dem Boden und 4 Fuſs von einander entfernt aufgehängt. Die Temperatur des Zimmers war $9\frac{3}{4}^{o}$ R., und variirte um keinen $\frac{1}{4}$ Grad. — In der Achſe jedes Gefäſses wurden gute Thermometer mit 4 Zoll langen und $2\frac{1}{2}$ Linien dicken Queckſilbergefäſsen im Waſſer aufgehängt, und die Erkaltung von 5 zu 5 Minuten, 8 Stunden lang aufgezeichnet. Da das Glas ſehr dicke Wände hatte, und gewöhnlich für den ſchlechteſten Wärmeleiter gehalten wird, ſo hätte man glauben ſollen, daſs das Waſſer in dem blechernen Gefäſse eher erkalten müſſe; allein es erfolgte das Gegentheil. Das Glas erkaltete 2 Mahl ſchneller als das Metall. Denn in dem blechernen Gefäſse brauchte das Waſſer 50′ 16″, um 10°, (von 50° zu 40° F.,) zu erkalten, indeſs es im Glasgefäſse dazu nur 30 Minuten brauchte. „Nimmt man die „Hypotheſe an, daſs die warmen Körper nicht „durch Verluſt oder Annahme einer fremden ma„teriellen Wärmeſubſtanz, ſondern durch die Ein„wirkung kälterer Körper, die ſie umgeben, und „eine ätheriſche Flüſſigkeit in wellenförmigen „Strahlen ausſtrömen, in ihrer Temperatur ver„ändert werden; ſo wären, wie der Hr. Graf „meint, die Reſultate erklärbar, ſtatt daſs er „ohne die Annahme dieſer Hypotheſe ſie nicht er„klären zu können glaubt.“

Man könnte vielleicht vermuthen, daſs die

an der Oberfläche der beiden Gefäſse anhängende Luft, welche mit ungleicher Anziehung wirkt, die Urſache des Unterſchiedes der Zeit der Erkaltung ſey; allein die erkältende Eigenſchaft nahm, wie man ſich aus der erſten Abhandlung erinnert, nachdem man das metallene Gefäſs mit 1, 2, 4, ja mit 8 Lagen Firniſs bedeckt hatte, ſtets zu.

Aus den in München angeſtellten und der Societät der Wiſſenſchaften zu London überſchickten Verſuchen ergab ſich übrigens, daſs die Erkaltung des Waſſers in Gefäſsen von verſchiedenem Metalle gleich iſt, wofern nur die Oberfläche derſelben gleich glatt iſt. Alles dieſes beſtimmt den Hrn. Grafen zu folgender Erklärung: „Die „Strahlen," ſagt er, „welche die Oberfläche nicht „durchdringen, müſſen zurück geworfen werden. „Die wärmenden und erkältenden Strahlen ha„ben nämlich mit den Lichtſtrahlen dieſes gemein, „ſie durchdringen das Glas, indem ſie dagegen, „wie der Hr. Graf das ſchon voraus vermuthete, „von metalliſchen Flächen zurück prallen."

Man hat den Zuſtand eines warmen Körpers mit einem Schwamme verglichen, der eine Quantität Waſſer eingeſogen hat. Der Verluſt der Wärme durchs Ausſtrahlen könnte demnach mit dem des Verdunſtens verglichen werden. Wäre die Erde gleich warm und mit einem feuchten Ueberzuge bedeckt, ſo würde auf einer bergigen Meile, wie natürlich, mehr Ausdunſtung erfolgen, als auf einer ebenen, weil mehr Oberfläche der Ver-

dunftung ausgefetzt ift. Eben fo, könnte man glauben, müfſe eine rauhe Oberfläche mehr Wärme fahren laſſen, als eine glatte. Allein eine mehr- oder weniger polirte Fläche ſcheint keinen merklichen Unterſchied der Erkaltung darzubieten, wie folgender Verſuch lehrt.

Zwei Gefäſse von Kupfer, von welchen das eine ganz glatt, das andere mit Schmirgel etwas rauh gemacht worden war, wurden mit heiſsem Waſſer gefüllt, und erkalteten gleich ſchnell. Hatte man aber nicht die Vorſicht gebraucht, das rauhe Gefäſs von aller Unreinigkeit völlig zu befreien, die ſich in die Ritzen ſetzte, ſo war das Reſultat gleich verſchieden, und die Erkaltung ſchneller. Man muſs daher die unpolirten Flächen von denen, die wenig oder gar kein Licht reflectiren, wohl unterſcheiden; die Oberfläche eines Metalles iſt polirt genug, wenn ſie auch mit Ritzen bedeckt, und der Glanz nicht ſichtbar iſt, wofern ſie nur von keinem andern Körper bedeckt wird.

Kehren wir noch ein Mahl zur Vergleichung des Erkaltens der Körper mit dem Verdunſten des Waſſers auf der Erde zurück, und nehmen wir an, daſs dieſes Verdunſten nicht von der innern Wärme, ſondern von den umgebenden Körpern, wie z. B. von den Lichtſtrahlen, herrühre, ſo wird die Ausdunſtung von bergigen Gegenden und Ebenen gleich ſeyn. Eben ſo wird, wenn das Erkalten eines Körpers nicht von dem Ausſtrömen

einer materiellen Subſtanz, ſondern von der Wirkung der Strahlen, die von den umgebenden Körpern herkommen, abhängt, — die mehr oder minder ſtarke Politur der Oberfläche keinen merklichen Einfluſs auf die Schnelligkeit des Erkaltens haben. Daſs dieſem wirklich ſo ſey, haben dem Hrn. Grafen die jetzt von ihm mitgetheilten Verſuche gelehrt, die er, wie er ſagt, mit der Geduld verfolgt hat, welche die Liebe zu den Wiſſenſchaften einflöſst. Da ſie ſich, nach ihm, mit den gewöhnlichen Vorſtellungsarten nicht vereinigen laſſen, ſo glaubte er dieſe ſeine Arbeiten, Entdeckungen und Meinungen den beiden berühmteſten gelehrten Geſellſchaften, der *Royal Society* und dem *Inſtitut national,* vorlegen zu müſſen, und er wünſcht dabei, daſs auch die Gelehrten anderer Nationen ſich mit dieſem wichtigen Gegenſtande beſchäftigen möchten.

Graf Rumford hatte bisher hauptſächlich nur Verſuche über den Durchgang der Wärme durch Flüſſigkeiten und pulveriſirte Körper angeſtellt. Er wünſchte nun auch, die *Geſetze der Fortpflanzung der Wärme durch feſte Körper* auszumitteln. Vorzüglich beſchäftigten ihn die *Metalle.* Er lieſs ſich zwei cylindriſche Gefäſse von Eiſenblech verfertigen, die 6 Zoll weit und 6 Zoll hoch waren, und verband ſie durch einen ſoliden, 6 Zoll langen und 1½ Zoll dicken cylin-

drischen Stab von Kupfer, der zwischen den beiden Gefäſsen horizontal lag, und dessen Enden in zwei Löcher der Gefäſse eingelöthet waren, die sich ungefähr in der Mitte ihrer Höhe befanden. Hier waren sie etwas abgeplattet, so daſs der Stab innerhalb der Gefäſse nirgends hervor ragte. Das Ganze stand auf 3 Füſsen von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge, wovon einer am einen, und zwei am andern Gefäſse befestigt waren. Eins der Gefäſse wurde mit kochendem Wasser, das andere mit Eis gefüllt; jedes dieser beiden Mittel war folglich mit einem der Enden des Kupferstabes in Berührung. In dem kupfernen Cylinder waren in gleichen Abständen von einander und den Gefäſsen 3 Löcher vertical gebohrt, welche die Kugeln dreier kleiner Thermometer aufnahmen. Jedes dieser Löcher war 4 Linien weit und $11\frac{1}{2}$ Linien tief, so daſs die Thermometerkugeln, deren jede 3 Linien im Durchmesser hatte, sich genau in der Achse des Cylinders befanden. Die Löcher wurden, nachdem die Thermometer darin standen, voll Quecksilber gegossen, um dadurch die Mittheilung der Wärme zu erleichtern. Eine Weingeistlampe, die unter das Gefäſs mit Wasser gestellt wurde, diente, das Wasser stets kochend zu erhalten, und indem man in das andere immer Eis hinzu that, wurde dieses bleibend in der Temperatur des Gefrierpunkts erhalten. Die Thermometer hatten übrigens Fahrenheitische Scalen.

Das Erste, was Graf **Rumford** zu wissen

wünschte, waren die Temperaturen, bei welchen die Thermometer still stehen würden; weshalb er sie nur die letzte halbe Stunde, da sie sich diesem Stillstande näherten, mit Genauigkeit beobachtete. Folgendes ist das Resultat des Versuchs, den er in dieser Absicht den 28sten April 1804, bei einer Temperatur des Zimmers von 78° Fahr., anstellte.

Zeit.			Temperatur des Thermometers *B*, dem kochenden Wasser am nächsten.	Temperatur des Thermometers *C*, in der Mitte des Cylinders.	Temperatur des Thermometers *D*, dem Eise am nächsten.
Uhr.	Min.	Sec.	Grad.	Grad.	Grad.
1	52	15	160	130	105
	53	30	160½	131	105½
	55		161	131¾	106
	56	30	161¾	132	106½
	58		162	132½	107
2	—	—	162	132¼	107½
	1	30	162	133	107½
	4		162	132¼	106½
	6		162	132	106
	9		162	132¾	106½
	11		162	132¾	106½
	28		162	132¾	106½

Gesetzt, die Theilchen, aus welchen der Kupferstab zusammen gesetzt ist, befänden sich in gewissen Entfernungen von einander, und strahlten die Wärme aus. Man denke sich drei solcher Theilchen *A*, *C*, *E* in gerader Linie. *A* habe beständig die Hitze des kochenden Wassers, *E* stets die des schmelzenden Eises, so muss, nach den oben mitgetheilten Versuchen, das Theilchen *C*, wel-

ches sich in der Mitte zwischen den beiden ausstrahlenden Theilchen *A* und *E* befindet, das arithmetische Mittel zwischen den Temperaturen der Körperchen *A* und *E* annehmen, das heifst, zwischen 212 und 32°, welches 122° Fahr. ist. Setzte man nun noch zwischen *A* und *C* ein Theilchen *B*, und zwischen *C* und *E* ein Theilchen *D*, so dafs die gerade Linie *AE* aus fünf Theilchen in gleichen Entfernungen von einander, *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, bestünde; so müfste wiederum *B* die mittlere Temperatur zwischen *A* und *C*, das heifst, von 167° Fahr., und *D* die mittlere Temperatur zwischen *C* und *E*, das heifst, von 77° Fahr., annehmen; und wirkte nun zugleich die Wärme in *A* mit gleicher Kraft, wie die Kälte in *E*, so müfste die Temperatur der verschiedenen Theile des Cylinders in arithmetischer Progression abnehmen. Das würde indefs voraus setzen, dafs die Oberflächen dieser Theilchen, oder der in einem Cylinder vereinigten Bündel von Theilchen ganz isolirt und völlig von dem Einflusse der umgebenden Körper geschützt wären. Dieses ist aber völlig unmöglich; schon die umgebende Luft wirkt auf unsre Instrumente. Indessen läfst sich die Temperatur der umgebenden Körper mit in Anschlag bringen.

Man setze, dafs die umgebende Luft eine Temperatur von 32° Fahr. habe. Dann mufs natürlich der wärmste Theil des Stabes die meiste Wärme verlieren, und die Erkaltung desselben wird vom wärmsten Ende *A*, welches mit dem Kö-

chenden Waſſer in Verbindung iſt, nach *E*, welches das ſchmelzende Eis berührt, ſtets abnehmen. Nun iſt bekannt, daſs die Schnelligkeit, mit welcher ein Körper in einem kältern Medium erkaltet, ſtets der Differenz zwiſchen ſeiner Temperatur und der des Mediums proportional iſt. Folglich wird der Kupferſtab zwar vom Siedepunkte *A* nach dem Gefrierpunkte *E* in arithmetiſcher Progreſſion an Wärme abnehmen, dieſe Abnahme aber durch die Einwirkung der äuſsern Luft beſchleunigt werden; gegen den Gefrierpunkt hin jedoch immer weniger, da hier die Temperatur der Theilchen immer weniger von der der umgebenden Luft verſchieden iſt. Hieraus kann man den Schluſs ziehen, daſs, wenn man eine gewiſſe Anzahl Punkte in gleicher Entfernung von einander in der Achſe des Kupferſtabes nimmt, die Temperaturen dieſer Punkte in geometriſchen Verhältniſſen fortſchreiten müſſen. Sind ſo z. B. *AB, BC, CD, DE,* (Taf. II, Fig. 4,) gleiche Theile einer geraden Linie, und errichtet man auf dieſer Linie in den Punkten *A, B, C, D, E* Perpendikel, und trägt auf dieſe die Stücke *AF, BG, CH, DI, EK* ſo auf, daſs *AF* der Temperatur des Cylinders in *A*, *BG* in *B*, und ſo weiter proportional iſt; ſo werden die Ordinaten *AF, BG,* u. ſ. w., in geometriſchem Verhältniſſe ſeyn, wenn die dazu gehörigen Abſciſſen in arithmetiſchem Verhältniſſe ſtehn. Die krumme Linie *PQ*, welche durch die Enden aller Ordinaten geht, muſs daher offenbar die *logarithmiſche Curve* ſeyn.

Um nun das Refultat des vorigen Verfuchs zur leichtern Ueberficht auf ähnliche Art in einer Curve darzuftellen, möge *AE*, (Fig. 5,) die Achfe des kupfernen Stabes, und *B*, *C*, *D* mögen die Stellen der Thermometer in ihm bedeuten, da dann *AB*, *BC*, *CD*, *DE* gleiche Theile find. Der Ordinate *Af*, welche die Temperatur des kochenden Waffers vorftellt, gebe man 212 Theile, fo hat, nach dem Verfuche, *Bg* 162, *Ch* $132\frac{3}{4}$, *Di* $106\frac{1}{2}$, und *Ek* 32 folcher Theile, da der Punkt *E* die Temperatur des fchmelzenden Eifes annimmt. Zieht man nun durch die Punkte *f*, *g*, *h*, *i*, *k* die Curve *PQ*, fo ift diefe es, welche die Temperaturen des Kupferftabes darftellt, wie fie fich in dem Verfuche gefunden haben. Sie weicht an beiden Enden fehr von der logarithmifchen ab, welche in der Vorausfetzung, dafs die Temperatur der umgebenden Luft der des fchmelzenden Eifes gleich fey, Statt haben würde, zumahl nach unten hin, wo fie fich der Achfe des Cylinders ftark nähert. Will man fehen, wie viel fie abweicht, fo darf man nur eine logarithmifche Linie *RS* fo ziehen, dafs fie durch *g* und *i* geht. Die Ordinaten derfelben find:

in den Punkten	*A*,	*B*,	*C*,	*D*,	*E*
ftatt	212,	162,	$132\frac{3}{4}$,	$106\frac{1}{2}$,	32
vielmehr	199,55,	162,	131,	$106\frac{1}{2}$,	86,35
Differenz	— 12,45,	0,	— $1\frac{3}{4}$,	0,	+ 54,35

Der grofse Unterfchied, der fich hier zwifchen der Temperatur des eiskalten Waffers und

der des Endes des Cylinders findet, welches mit dem Eiſe in Berührung iſt, führte auf die Vermuthung, daſs dieſer Unterſchied von der Eigenſchaft herrühre, welche das Waſſer mit allen Flüſſigkeiten gemein hat, ein ſo ſchlechter Wärmeleiter, oder vielmehr ein völliger Nichtleiter der Wärme zu ſeyn.

Findet, wie der Herr Graf ſchon früher bewieſen zu haben glaubt, zwiſchen den benachbarten Theilchen einer Flüſſigkeit keine merkliche Mittheilung der Wärme Statt, und iſt die Erwärmung oder Erkaltung einer Flüſſigkeit nur Folge der Bewegung, in welche die Theilchen der Flüſſigkeit gerathen, indem ihre ſpecifiſche Schwere durch die Wärme verändert wird;*) — ſo lieſs ſich voraus ſehen, daſs das kalte Waſſer, deſſen ſpecifiſche Schwere in der Nähe des Gefrierpunkts nur ſehr wenig geändert wird, einen nur wenig warmen feſten Körper, der in daſſelbe getaucht iſt, auch nur ſehr langſam erkälten würde. Um dieſes deutlich

*) Sehr triftige Gründe gegen dieſe Meinung, durch genaue Verſuche engliſcher Phyſiker bewährt, habe ich in den *Ann.*, XIV, 129 — 198, zuſammen geſtellt, und andere von nicht minderer Wichtigkeit wird das nächſte Stück der Annalen liefern. Ich habe nicht gefunden, daſs Graf von Rumford oder ein anderer Phyſiker bis jetzt auf die erſtern geantwortet hätte. *d. H.*

lich zu machen, wurde folgender Verfuch angestellt:

Die drei Thermometer im vorigen Verfuche waren zum Stillstande gekommen, *B* bei 162°, *C* bei $132\frac{3}{4}$°, *D* bei $106\frac{1}{2}$°. Man fing nun an, mit einem Stückchen Holz die Eismifchung fchnell zu rühren, und fuhr damit ununterbrochen mit gleicher Gefchwindigkeit 22 Minuten lang fort. Sogleich fingen die Thermometer an zu fallen, und zwar fortdauernd, bis

B von 162° auf 152°,

C von $132\frac{3}{4}$ auf $111\frac{3}{4}$,

D von $106\frac{1}{2}$ auf $78\frac{1}{2}$° gefallen war.

Es war alfo *B* 10°, *C* 21°, und *D* 28° Fahr. gefunken. So bald man mit Rühren aufhörte, ftiegen die Thermometer wieder, und nach einer Viertelftunde waren fie da, wo fie geftanden hatten. Figur 6 ftellt die Refultate der beiden Verfuche in Curven dar, *RS*, die, wo das kalte Waffer in Ruhe, *VW* die, wo es in Bewegung war.

Man fieht daraus, 1. dafs der Gang der Erkaltung oder der Abnahme der Temperatur allenthalben im Kupferftabe fchneller war, wenn das kalte Waffer im Gefäfse bewegt wurde, als wenn es in Ruhe ftand; 2. dafs das Ende des Kupferftabes im erften Falle ungefähr um 30° kälter als im zweiten wurde; und 3. dafs der Gang der Erkaltung in den letzten Verfuchen allenthalben ungefähr dem gleich ift, was die Theorie aufgeftellt hat. Da der Gang der Abnahme der Tempera-

tur gegen die Mitte des Cylinders, so regelmäfsig ist, so rühren die Unregelmäfsigkeiten an den beiden Enden wohl blofs von der Schwierigkeit her, womit eine Wassermasse ihre Temperatur den festen Körpern, mit welchen sie in Berührung ist, mittheilt. Das kochende Wasser, welches an sich selbst in steter Bewegung ist, hat vor dem kalten, das in Ruhe ist, eben dadurch den Vortheil voraus, die Wärme schneller mittheilen zu können. Bewegt man es indessen mit einer Feder, zumahl am Boden des Gefäfses, so steigt auch an dem nach demselben hin gekehrten Ende des Stabes das Thermometer um mehrere Grade höher.

Da die Resultate der Versuche nicht stets eine völlig mit der Theorie überein stimmende Abnahme anzeigen, so könnte man vielleicht glauben, dafs die Theorie selbst nicht richtig sey. Bei einiger Ueberlegung findet man indefs leicht, dafs eine völlige Uebereinstimmung zwischen beiden nur dann Statt finden könnte, wenn unsre Thermometer vollkommen wären. Man weifs aber, dafs die Thermometerscalen alle fehlerhaft sind. Der Herr Graf nimmt sich vor, seine Aufmerksamkeit besonders auf die Vervollkommnung der Thermometerscalen zu richten, um dieses Instrument für die delicatern physischen Untersuchungen brauchbarer zu machen.

VII.

ZUSATZ
zu den vorigen Versuchen, das Gesetz betreffend, wornach die Wärme sich durch feste Körper verbreitet,

von
Biot,
Mitgliede des Nationalinstituts,

mitgetheilt vom Dr. Friedländer
in Paris.

Herr Biot ist durch die Versuche des Grafen Rumford veranlasst worden, sich gleichfalls mit der Verbreitung der Wärme zu beschäftigen, um zu versuchen, durch Hülfe von Erfahrungen und Berechnungen die Gesetze auszumitteln, nach welchen sich die Wärme in festen Körpern verbreitet.

Er nahm eine Eisenstange von 22 Decimètres Länge, und 3 Centimètres Dicke, und bog etwa 23 Centimètres des einen Endes in ein Knie, um es in eine beständige Quelle von Wärme tauchen zu können. In die Stange liess er bis etwas über die Achse hinab, und in Entfernungen von beinahe 4 Decimètres 6 Löcher bohren, in die er Thermometer setzte, und die dann mit Quecksilber voll gegossen wurden. Zwei Füsse aus trockenem Holze trugen diesen Apparat. Nun tauchte er das

umgebogene Ende in Waſſer, welches eine Wärme von 60° R. hatte, und das er durch eine untergeſtellte Lampe dauernd darin erhielt. Die Waſſerdämpfe wurden abgehalten, die Stange zu berühren, im Zimmer wurde ein Zug erhalten, und die Veränderung in der Temperatur der Zimmerluft bemerkt. Man glaubt gewöhnlich, daſs die Metalle ſchnelle Wärmeleiter ſind, allein die Thermometer ſtiegen nur ſehr langſam. Nachdem das umgebogene Ende der Stange 10 Stunden lang ununterbrochen in 60° R. Wärme war gehalten worden, war doch die Wärme nur erſt bis zum zweiten Thermometer vorgedrungen, welches etwa 10 Decimètres von der Oberfläche des Waſſers entfernt war, und auch das bewegte ſich nur unmerklich.

Biot ließs hierauf die Löcher in Entfernungen von 1 Decimètre eins vom andern bohren, und tauchte das umgebogene Ende der Stange in Queckſilber, das er in einer Wärme von 82° R. erhielt. Dieſer Verſuch dauerte 5 Stunden lang. Drei Eleven beobachteten nach einer Secundenuhr den Gang der Thermometer von Minute zu Minute, bis die Wärmemeſſer nach 4 Stunden endlich ſtill ſtehen blieben. Man ließs darauf alles noch eine Stunde länger ſtehen, um zu ſehen, ob die Thermometer auch ſicher nicht mehr höher ſtiegen; eine Vorſicht, die man nicht unterlaſſen darf, weil es oft lange dauert, bis ſie zum völligen Stillſtande kommen. Folgende Tabelle giebt die Reſultate der Beobachtung. Die Temperatur der Luft

war 13° R., und die Zahlen in der Tabelle geben an, um wie viel höher die in der Eisenstange befindlichen Thermometer standen, je nachdem sie weiter von dem ins Queckfilber von 82° getauchten Ende der Stange entfernt waren.

Thermometer.	Stand derselben über der Lufttemperatur (13° R.)		
	beobachtet.	berechnet.	Differenz.
0	69° R.	68,°63 R.	+ 0,37 R.
1	23,5	23,5	0
2	14	14,16	— 0,16
3	9	9	0
4	5,75	5,55	+ 0,2
5	3,75	3,45	+ 0,3
6	1,75	1,33	+ 0,42
7	1	0,51	+ 0,49
8	0		

Das 7te Thermometer war nur um 10 Decimètres von der Quelle der Wärme entfernt, und stieg nur um 1°; die noch weiter entfernten blieben ganz unbeweglich. Also 12 Decimètres, (das ist, mehr als die Hälfte der Stange,) blieben in ihrer Temperatur unverändert. Das Erkalten der Stange geschah übrigens in demselben Verhältnisse; das erste Thermometer fiel nämlich am schnellesten; das mittlere bedurfte eine Stunde, ehe es merklich fiel; und so nach Verhältniss die andern.

Aus der dritten Reihe der Tabelle ersieht man, dass Hr. Biot es versuchte, die Zunahme der Temperatur durch eine logarithmische Curve darzustellen, in welcher die Zunahme der Wärme

jedes Punkts die Ordinaten, die Entfernung der Punkte von der gemeinſchaftlichen Quelle der Wärme die Abſciſſen abgeben. In dieſem Falle wich die Beobachtung im Stande keines der Thermometer um mehr als 0°,5 von der Rechnung ab. Aus der Gleichung der Curve lieſs ſich die Temperatur des Theils der Stange, der mit dem Queckſilber in Berührung, und alſo im Gleichgewichte war, berechnen; Biot fand, daſs das Thermometer an dieſer Stelle wirklich nicht um 0°,4 weniger zeigte. Auch konnte er nach dieſem Geſetze beurtheilen, woher es käme, daſs die letzten Thermometer ſich nicht bewegten. Denn als er die Temperatur, bis zu welcher das Ende der Stange erhöht werden müſste, um nach dieſem Geſetze das letzte Thermometer um 1° ſteigen zu machen, berechnete, fand ſich 23984° R., das heiſst, eine 4 Mahl höhere Temperatur, als die, welche man nach Wedgewood der Eiſenſtange geben müſste, um ſie zu ſchweiſsen. Daher iſt es phyſiſch-unmöglich, das Ende einer Eiſenſtange von 2,6 Mètres Länge um 1° durch die Erhitzung des andern Endes zu erwärmen, denn ehe das erſte geſchähe, würde ſie an dem andern Ende zu ſchmelzen anfangen.

Um dieſe und ähnliche einzeln ſtehende Thatſachen durch eine Theorie in Zuſammenhang zu bringen, geht Hr. Biot von dem Geſetze Newton's aus: daſs, wenn zwei Körper von verſchiedener Temperatur in Berührung kommen, die Menge der Wärme, welche der wärmere dem kältern

in kurzer Zeit mittheilt, (wenn fonft nichts die Lage verändert,) dem Unterfchiede ihrer Temperatur entfpricht. — Diefes Gefetz Newton's, wobei Biot übrigens von aller chemifchen Wirkung abftrahirt, ift, wie er bemerkt, von Richmann durch Verfuche beftätigt worden, und hat eben jetzt durch Graf Rumford ein neues Gewicht erhalten. Dr. Martin hat zwar Correctionen in diefem Gefetze angegeben, allein er ftützte fich dabei auf Muffchenbroek's Verfuche, denen nicht ganz zu trauen ift, weil diefer Phyfiker fich zum Meffen der Wärme complicirter Pyrometer bediente, deren verfchiedene Dilatation Unregelmäfsigkeit verurfachte. Die einfachfte Art, zu experimentiren, ift die befte, und nach Hrn. Biot ftimmten die Verfuche faft mathematifch genau mit der Theorie überein.

In dem Zuftande des Gleichgewichts, das heifst, wenn die Temperatur der Stange ftillftehend geworden ift, fteht die Zunahme der Wärme über die Lufttemperatur für jeden Zoll im Verhältniffe mit feiner Entfernung von der Wärmequelle, und mit dem Verlufte, den er durch die Berührung der Luft und durchs Ausftrahlen erleidet, welcher Verluft der umgebenden Temperatur proportional ift. In dem Zuftande der Bewegung, das heifst, wenn die Temperatur der Stange fich während jedes Augenblicks ändert, vermöge der Wärme, die jeder Punkt in feiner Lage hinzu erhält, und der Menge, die er durchs Ausftrahlen und

die Berührung mit der Luft verliert, ist dagegen die Temperatur der Quantität gleich, um welche die Temperatur in den Intervallen zunimmt.

Diesen Voraussetzungen entsprechend, berechnete Biot indess nur den ersten Fall, wo nämlich die Temperatur *stationär* wird; und Eisen- oder Kupferstangen von 7 Fuss (22 Decimètres) Länge waren hinlänglich lang, dass das letzte Thermometer sich nicht merklich bewegte. Ausser dem in der hier mitgetheilten Tabelle angegebenen Versuche, wo die Eisenstange in 82° heisses Quecksilber gestellt wurde, hat Hr. Biot den Versuch mit einer *Kupferstange* und Quecksilber, auch mit der Eisenstange und schmelzendem *Zinn* und *Blei* wiederhohlt. Stets betrug der Unterschied, den die Beobachtung und die Berechnung gaben, keinen ½ Grad R.; und da die Abweichung zwischen beiden bald plus, bald minus ist, so sieht man wohl, dass der Fehler auf Seiten der Beobachtung seyn müsse. Eine Formel des Hrn. Laplace in der *Méchanique céleste* diente dem Verf. zur Berechnung, aber in diesen Berechnungen mögen wir ihm hier nicht folgen.

Die Wärmefortpflanzung und das Ausstrahlen blieben in einer Stange stets in demselben Verhältnisse; bei verschiedenen war es etwas verschieden. Die Cohäsion, der Einfluss der hölzernen Füsse, die Regelmässigkeit der Eisenstange, die Dicke und Gestalt, so wie die Politur und andere Umstände, welche die Versuche lehren, und die in den

Inſtrumenten liegen, werden, wenn man ſie in Anſchlag bringen wird, die Reſultate der Berechnung der Wärmefortpflanzung, in Vergleich mit den Verſuchen, den Beobachtungen noch näher bringen.

Der Verf. macht von dieſem allen eine ſehr ſinnreiche Anwendung. Jedermann kennt die Schwierigkeit, groſse Wärmegrade durch das Pyrometer zu meſſen. Schon wenn das Queckſilber ſich dem Siedepunkte nur nähert, wird die Ausdehnung deſſelben nach de Luc ungleich. Newton wollte das Geſetz des Erkaltens der Körper in der Luft zum Maaſsſtabe brauchen, um groſse Wärmegrade zu beſtimmen, und Richmann ſuchte das durch Verſuche auszuführen. Allein es iſt ſchwer, den Punkt zu beſtimmen, wenn Körper anfangen feſt zu werden, und der mindeſte Unterſchied der Zeit veranlaſst einen groſsen Rechnungsfehler. So ſetzt Newton z. B. die Temperatur des ſchmelzenden Bleies auf 225° R., ſtatt, wie der Verf. es beweiſt, ſie nur 210° iſt. Dieſe Fehler können indeſſen nur unbedeutend werden, wenn ein Newton rechnet, und ſtehen in keinem Vergleiche mit den Fehlern der Metallpyrometer.

Wendete man das geometriſche Geſetz, nach welchem die Wärme in einer Metallſtange, wenn man von einem conſtanten Wärmebehälter ausgeht, abnimmt, zur Beſtimmung hoher Wärmegrade an; ſo dürfte man nur die Temperatur einiger Punkte

auf der Stange, und die Entfernung von der Wärmequelle wiſſen, um die Wärme der letztern zu beſtimmen. Dieſen Verſuch könnte man mit mehrern Thermometern wiederhohlen, und wenn die Reſultate etwas verſchieden ausfielen, aus ihnen das arithmetiſche Mittel nehmen; doch müſste man vielleicht dem Thermometer, das der Wärmequelle näher iſt, mehr Zuverläſſigkeit zutrauen. Wenn der Unterſchied nicht 0°,5 Reaum. beträgt, ſo kann man das Reſultat der Berechnung als die wahre Temperatur der Wärmequelle anſehen.

Nach dieſer Methode fand Hr. Biot, indem er ſich einer Eiſenſtange bediente, die Temperatur des ſchmelzenden Bleies 206°,4 R., und wenn er ſich der Kupferſtange bediente, (die ſchneller leitete,) 210°,8 R. Da hier der Unterſchied ſehr geringe iſt, ſo kömmt der ſo beſtimmte Schmelzgrad des Bleies der Wahrheit wohl ſehr nahe. Auf ähnliche Weiſe hat Hrr. Biot die Wärme des ſchmelzenden Zinnes zu beſtimmen geſucht; ſo viel ſich nach der Unterſuchung mit der bloſsen Eiſenſtange ausmachen läſst, war der Schmelzpunkt deſſelben dem von Newton aufgefundenen, nämlich 168° R., ziemlich gleich. [Vergl. oben S. 212.]

Mehrere Tabellen und Berechnungen, welche der trefflichen Abhandlung beigefügt ſind, dienen dem aufgeſtellten Geſetze zur Beſtätigung.

Friedländer.

VIII.

VERSUCHE
über
das Absorptionsvermögen der Kohle

vom

Grafen Carl Ludw. von Morozzo. *)

Ich hatte im Jahre 1783 im *Journal de Physique* zwei Aufsätze über die Absorption der atmosphärischen Luft und der verschiedenen Gasarten durch die Kohle bekannt gemacht. **) Sie wurden in das Englische, ins Deutsche und ins Italiänische übersetzt, und in mehrere physikalische und chemische Werke übergetragen. Van Noorden wiederhohlte meine Versuche, und erhielt dieselben Resultate; er und Rouppe in Rotterdam fanden, daſs die Kohle, auch nachdem sie erloschen und erkaltet ist, das Vermögen beibehält, die Gasarten zu verschlucken; ***) auch ich hatte wahr-

*) Zusammen gezogen, mit Uebergehung mancher veralterten Meinung, aus dem *Journal de Phys.*, t. 57, p. 465. *d. H.*

**) *Journ. de Phys.*, 1783, *Avr.*, *Nov.* S. Lichtenberg's Magazin, B. 2, St. 2, S. 7, u. St. 3, S. 72. *d. H.*

***) Vergl. Scherer's *allg. Journ. d. Chemie*, Th. 3, S. 300. *d. H.*

genommen, daſs nach gänzlichem Erkalten der Kohle noch Gas verſchluckt wurde. Endlich hat van Mons die Abhandlung Rouppe's mit einigen intereſſanten Zuſätzen bereichert. *) Bei dem allen bleibt indeſs noch gar viel über dieſen Gegenſtand zu unterſuchen.

Das Intereſſe, welches die Phyſiker an dieſen Verſuchen genommen haben, beſtimmt mich, ihnen auch die vorzulegen, welche ich ſeit 1784 angeſtellt habe, und die ich für einen dritten Auſſatz beſtimmt hatte. Politiſche Unruhen verhinderten mich, ſie noch weiter zu verfolgen, und ich hatte ſie gänzlich vergeſſen, bis ſie mir beim Ordnen meiner Papiere im October 1802 wieder in die Hand fielen.

Verſuch 1. Die Kohle wog in dieſem und den beiden folgenden Verſuchen $1\frac{1}{2}$ Gros, wie in meinen frühern Verſuchen, und war von Rothbüchenholz, (*hêtre*.) Die Glasröhren, in denen ich die Abſorption beobachtete, waren $1\frac{1}{2}$ Zoll weit und 12 Zoll lang, und die ganze Einrichtung ſo, wie ſie in meinen beiden frühern Auſſätzen beſchrieben iſt. Ich füllte die Röhre über einem Queckſilberapparate mit fluſsſaurem Gas, welches durch concentrirte Schwefelſäure aus Fluſsſpath von Maurienne ausgetrieben wurde. Die hinein gebrachte Kohle abſorbirte 7'' 1''' Gas.

Verſuch 2. Ich brachte darauf die Kohle in Luft, welche ich aus dem faulenden Gewäſſer ei-

*) Eben daſſelbe, S. 724. *d. H.*

nes Abzugsgrabens aus der Stadt aufgefangen hatte, und die neben dem Kohlenwasserstoffgas auch kohlensaures Gas enthielt. Sie absorbirte davon 6''. Dieses ist eine weit grössere Absorption, als ich im Wasserstoffgas aus Wasser, Eisen und Schwefelsäure erhalten hatte.

Versuch 3. Von dem über zwei gährenden Weinkufen aufgefangenen Gas absorbirte die Kohle vom einen 5'', vom andern, dessen Kufe in der Gährung um 5 Tage weiter war, 5'' 3''', indess sie vom kohlensauren Gas gegen 11'' verschluckt. Dieses beweist, dass jenes Gas, welches im Maximo der Gährung am meisten mephitisch ist, doch immer noch viel atmosphärische Luft enthält, und desshalb minder tödtlich seyn muss, als das kohlensaure Gas. In der That habe ich gefunden, dass Thiere darin eine Zeit lang leben können. (S. meinen Auff. über die Respiration im *Journ. de Phys.*, *Aug.* 1784.)

Versuch 4. Der letzte Versuch, den ich aufgezeichnet finde, wurde mit *Kohlen von verschiedenen Holzarten* in *atmosphärischer Luft* angestellt. Die Kohlen wogen ½ Drachme; die Röhren waren 12'' lang und ½'' weit; und man brachte die Kohlen durch das Queckfilber, womit sie gesperrt waren, hinein.

Kohle von	Absorption binnen 1 Stunde.		Absorption binnen 24 Stunden.	
Büchenholz (*hêtre*)	2″	3‴	2″	4‴
Weidenholz	2	2½	2	3¼
Pappelholz	2	1½	2	3½
Haselnufsholz (*coudrier*)	1	11	2	
Weinrebe	1	1	1	8

Es ist eine bekannte Erfahrung bei der Bereitung des Schiefspulvers, dafs die Qualität der Kohle auf die Güte des Pulvers Einflufs hat. Sie mufs sich möglichst schnell entzünden. Dies thut die Kohle eines sehr dichten Holzes nicht, z. B. von Eichen, Kastanien, Nufsbaum, Büchenholz, u. s. f., wefshalb man zur Pulverbereitung die Kohlen von weichem Holze, welches eine viel lockerere Textur hat, vorzieht. Man nimmt Kohlen von Haselnufs, Linden, Weide, Pappel, Erlen oder Faulbaum, und zwar nur von jungen sorgfältig abgerindeten Zweigen, weil die Rinde und das alte Holz zu viel erdige Theile [?] enthalten. Bei den Versuchen zu Essonne fand man, dafs die Kohle von Faulbaum jeder andern vorzuziehen sey. — Um recht gutes und wirksames Pirschpulver zu bereiten, verkohlt man auch wohl den holzigen Theil der Hanfstengel und deren Splitter. Das mit diesen Kohlen bereitete Pulver habe ich jedes Mahl nach der Pulverprobe als das beste gefunden. Ich habe selbst eine kleine Probe sehr wirksamen Pulvers gesehn, dem statt der Kohle verbränntes Papier beigemengt war. — Die Verkohlung mufs

mit groſser Sorgfalt gemacht werden, wie das in den englischen Pulverfabriken geschieht, deren Pulver alles übrige in Europa an Güte übertrifft. Man verkohlt das weiſse abgerindete Holz in Cylindern oder einer Art Ofen aus Metall; dieses ist eine Art von Destillation, durch welche die Kohle die Eigenschaft erhält, im Augenblicke entzündet zu werden.

Ich halte es für intereſſant, die meisten Eigenschaften, welche man bisher an der Kohle wahrgenommen hat, hier zusammen zu stellen, damit man überlegen könne, ob das Analoge in vielen derselben sich nicht aus einerlei Ursache ableiten laſſe.

1. Die Kohle ist einer der schlechtesten Wärmeleiter;

2. dagegen einer der besten Leiter für Electricität und Galvanismus.

3. In der Destillation giebt sie Waſſerstoffgas, [Kohlen-Waſſerstoffgas.] Daſſelbe geschieht, wenn man sie glühend in Waſſer taucht.

4. Kohlendampf entfärbt viele Pflanzenstoffe [?] und verdirbt die atmosphärische Luft, so daſs sie zum Unterhalten der Flamme und zum Athmen untauglich wird.

5. Kohle auf einer Schale von Porzellan oder polirtem Glaſe dem Thaue ausgesetzt, wird nicht, wie die Metalle, naſs, wenn das Porzellan oder das Glas befeuchtet wird. Auch nicht Kohlenpulver in einer offenen hölzernen Büchse, wie ich eben selbst versucht habe.

6. Kohlenſtaub, womit der Boden bedeckt iſt, verhindert den Schnee, liegen zu bleiben, wie man das an den Orten ſehen kann, wo man die Kohlen verkauft.

7. Kohlenpulver verwandelt Eiſen in Stahl.

8. Kohlen in Waſſer gethan, verhindern das Waſſer, zu verderben.

9. Kohlenpulver, worüber man verdorbenes Waſſer kocht, reinigt es, und nimmt demſelben den fauligen Geſchmack, welches, wie van Mons glaubt, nicht durch Desoxygenirung, ſondern durch Oxygenirung, vermöge der verſchluckten atmoſphäriſchen Luft, geſchieht.

10. Kohlenpulver dient, Syruppe und andere Pflanzenextracte zu klären. Achard hat ſich deſſelben mit Erfolg zur Raffinirung des Runkelrüben-Zuckers bedient.

11. Kohlenſtaub noch heiſs auf einander gehäuft, entzündet ſich hmancmahl von ſelbſt, wie das in der Pulvermühle zu Eſſonne der Fall geweſen iſt. *)

12.

*) Dieſe merkwürdige Selbſtentzündung beſchreibt in einem Briefe an Fourcroy der *Commiſſaire en Chef* dieſer Pulvermühlen, Robin, in den *Ann. de Chimie*, t. 35, p. 93. „Am 23ſten Mai 1799, als eben eine geringe Menge pulveriſirter Kohle von Faulbaum durchgebeutelt war, äuſserte ſich beim Oeffnen des Beutelkaſtens Hitze, und ein Arbeiter ſah Feuer, wie eine Schlange, über die

12. Die Kohle hat die Eigenschaft, den Weinstein zu entfärben. *)

13. Man hat sich ihrer mit Erfolg als eines antiseptischen Mittels in fauligen Krankheiten bedient. [?] Kohlenpulver auf Wunden geschüttet, benimmt ihnen ihren übeln Geruch.

Vermuthlich lassen sich alle diese Erfahrungen aus einerlei Ursache erklären. Bis ein geschickter Chemiker und Physiker darüber ein helleres Licht verbreitet haben wird, wird es mir erlaubt seyn, meine Meinung mitzutheilen. Ich glaube, dass die Kohle unter allen Körpern am

die Oberfläche der Kohle hinlaufen. Man machte Löcher in den obern Theil des Kastens und goss Wasser hinein, allein die Kohle blieb brennend auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und wurde erst gelöscht, als man sie mit einem Besen unter das Wasser brachte. Im Beutelkasten lag damahls gerade das Produkt mehrerer Verkohlungen von Faulbaumholz. Das letztere war erst den Abend vorher um 3 Uhr aus dem Ofen gezogen, und wie gewöhnlich zum Ersticken der Gluth in ein genau verschlossenes Behältniss gebracht, und darin bis 5 Uhr Morgens, also 14 Stunden lang, gelassen worden. Darauf hatte man es an einem offnen Orte gesiebt, und dann unter Mühlsteinen zu einem Pulver gemahlen. Bei allen diesen Prozessen hatte den Arbeitern die Kohle dem Gefühl nach so warm nicht geschienen, als sie wohl manchmahl wird, hatte sich auch kein Fünkchen Feuer gezeigt, das, wäre es da gewesen, durch

meiſten Lichtſtoff und Wärmematerie beſitzt, ſie überall begierig einſchluckt, und ſie, ſo zu ſagen, mit ſich verkörpert. Dafür ſcheinen mir folgende Verſuche zu ſprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}$° R. mehr als das andere, ſo wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäſsiger Temperatur. Zuletzt ſchwängert ſich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert ſie dieſe Eigenſchaft.

die Arbeit ſelbſt nothwendig hätte müſſen angefacht werden. Die kleinen Kohlenſtücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und ſich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln iſt nur mäſsig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimiſchung. Es ſcheint daher gewiſs zu ſeyn, daſs dieſes eine Selbſtentzündung der Kohle für ſich war, veranlaſst durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiſs, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daſs durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerſtampft wird, aufgeflogen iſt." So weit Robin. *d. H.*

*) Viel mehr Eigenſchaften dieſer Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. *d. H.*

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langſam gebrannte Kohle, (welche man deſshalb für beſſer hält,) gelegt wurde, ſtand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}$° höher als das erſte.

3. Als der Verſuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenſtrahlen gelegen hatte, nachdem ſie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angeſtellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem ſie lag, einen gröſsern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daſs es hierbei weder bloſs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen ſchwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daſs, als ich den Verſuch mit Holz oder Bimsſtein, die ſchwarz gefärbt waren, wiederhohlte, der Effekt ausblieb.

Noch andere ſehr überzeugende Verſuche, die ich angeſtellt habe, behalte ich mir vor, ſammt den Inſtrumenten, mit denen ſie unternommen wurden, in einem eignen Aufſatze zu beſchreiben.

---

meiſten Lichtſtoff und Wärmematerie beſitzt, ſie überall begierig einſchluckt, und ſie, ſo zu ſagen, mit ſich verkörpert. Dafür ſcheinen mir folgende Verſuche zu ſprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}°$ R. mehr als das andere, ſo wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäſsiger Temperatur. Zuletzt ſchwängert ſich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert ſie dieſe Eigenſchaft.

die Arbeit ſelbſt nothwendig hätte müſſen angefacht werden. Die kleinen Kohlenſtücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und ſich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln iſt nur mäſsig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimiſchung. Es ſcheint daher gewiſs zu ſeyn, daſs dieſes eine Selbſtentzündung der Kohle für ſich war, veranlaſst durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiſs, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daſs durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerſtampft wird, aufgeflogen iſt." So weit Robin. *d. H.*

*) Viel mehr Eigenſchaften dieſer Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. *d. H.*

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}$° höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen grössern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Dass es hierbei weder bloss auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, dass, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederhohlte, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

---

meiſten Lichtſtoff und Wärmematerie beſitzt, ſie überall begierig einſchluckt, und ſie, ſo zu ſagen, mit ſich verkörpert. Dafür ſcheinen mir folgende Verſuche zu ſprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}$° R. mehr als das andere, ſo wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäſsiger Temperatur. Zuletzt ſchwängert ſich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert ſie dieſe Eigenſchaft.

die Arbeit ſelbſt nothwendig hätte müſſen angefacht werden. Die kleinen Kohlenſtücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und ſich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln iſt nur mäſsig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimiſchung. Es ſcheint daher gewiſs zu ſeyn, daſs dieſes eine Selbſtentzündung der Kohle für ſich war, veranlaſst durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiſs, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daſs durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerſtampft wird, aufgeflogen iſt." So weit Robin. *d. H.*

*) Viel mehr Eigenſchaften dieſer Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. *d. H.*

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langſam gebrannte Kohle, (welche man deſshalb für beſſer hält,) gelegt wurde, ſtand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}$° höher als das erſte.

3. Als der Verſuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenſtrahlen gelegen hatte, nachdem ſie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angeſtellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem ſie lag, einen gröſsern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daſs es hierbei weder bloſs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen ſchwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daſs, als ich den Verſuch mit Holz oder Bimsſtein, die ſchwarz gefärbt waren, wiederhohlte, der Effekt ausblieb.

Noch andere ſehr überzeugende Verſuche, die ich angeſtellt habe, behalte ich mir vor, ſammt den Inſtrumenten, mit denen ſie unternommen wurden, in einem eignen Aufſatze zu beſchreiben.

---

meiſten Lichtſtoff und Wärmematerie beſitzt, ſie überall begierig einſchluckt, und ſie, ſo zu ſagen, mit ſich verkörpert. Dafür ſcheinen mir folgende Verſuche zu ſprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}$° R. mehr als das andere, ſo wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäſsiger Temperatur. Zuletzt ſchwängert ſich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert ſie dieſe Eigenſchaft.

die Arbeit ſelbſt nothwendig hätte müſſen angefacht werden. Die kleinen Kohlenſtücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und ſich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln iſt nur mäſsig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimiſchung. Es ſcheint daher gewiſs zu ſeyn, daſs dieſes eine Selbſtentzündung der Kohle für ſich war, veranlaſst durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiſs, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daſs durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerſtampft wird, aufgeflogen iſt." So weit Robin. *d. H.*

*) Viel mehr Eigenſchaften dieſer Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. *d. H.*

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langſam gebrannte Kohle, (welche man deſshalb für beſſer hält,) gelegt wurde, ſtand das letztere Thermometer immer ½° höher als das erſte.

3. Als der Verſuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenſtrahlen gelegen hatte, nachdem ſie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angeſtellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem ſie lag, einen gröſsern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daſs es hierbei weder bloſs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen ſchwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daſs, als ich den Verſuch mit Holz oder Bimsſtein, die ſchwarz gefärbt waren, wiederhohlte, der Effekt ausblieb.

Noch andere ſehr überzeugende Verſuche, die ich angeſtellt habe, behalte ich mir vor, ſammt den Inſtrumenten, mit denen ſie unternommen wurden, in einem eignen Aufſatze zu beſchreiben.

---

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgehöhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}$° R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäfsiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäfsig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiss zu seyn, dass dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlasst durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heifs, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, dass durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgeflogen ist." So weit Robin. *d. H.*

*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den *Ann.*, XIII, 103. *d. H.*

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langſam gebrannte Kohle, (welche man deſshalb für beſſer hält,) gelegt wurde, ſtand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}$° höher als das erſte.

3. Als der Verſuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenſtrahlen gelegen hatte, nachdem ſie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angeſtellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem ſie lag, einen gröſsern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Daſs es hierbei weder bloſs auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen ſchwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, daſs, als ich den Verſuch mit Holz oder Bimsſtein, die ſchwarz gefärbt waren, wiederhohlte, der Effekt ausblieb.

Noch andere ſehr überzeugende Verſuche, die ich angeſtellt habe, behalte ich mir vor, ſammt den Inſtrumenten, mit denen ſie unternommen wurden, in einem eignen Aufſatze zu beſchreiben.

IX.

NACHRICHT von den künstlichen Gesundwässern, welche im Groſsen verfertigt

FRIEDR. WILH. FRIES,
Ehrenmitgl. der phyſ. Geſ. in Zürich und der kurpfalzbaierischen u. kurerzkanzlerischen künſtl. Geſundbrunnen Director zu Prüfening bei Regensburg.

Einem groſsen Theile des Publicums ſind die von Paul in Paris, [*Ann.*, XI, 74,] und von Schweppe in London errichteten pneumatiſchen Anſtalten für die Bereitung aller Arten künſtlicher Mineralwaſſer rühmlichſt bekannt. Auch haben die Herren Ziegler, Vater und Sohn, in Winterthur, eben dieſes Geſchäft ſchon ſeit einigen Jahren mit groſsem Eifer betrieben, und das Publicum von der Möglichkeit der Bereitung künſtlicher, den natürlichen noch vorzuziehenden, Mineralwaſſer in zwei gedruckten Schriften *) gründlich belehrt.

Durch die Verbindung mit Hrn. Ziegler

*) Bemerkungen über gemeines Waſſer, und beſonders über natürliche und künſtliche Mineralwaſſer von Jakob Ziegler. Winterthur 1799. — Neue Anzeige über die Bereitung künſtlicher Mineralwaſſer von Jakob Ziegler. Zürich 1801.

wurde ich mit dem, was bis dahin von angeführten Fabrikanten geleiſtet worden, in kurzem vertraut, und die Kenntniſſe in der Mechanik, die ich mir während eines ſiebenjährigen Aufenthalts in England erworben habe, ſetzten mich in den Stand, einen neuen Plan zu den dazu nöthigen Geräthſchaften ganz nach eigner Erfindung zu entwerfen. Ich habe dieſe Geräthſchaften mit engliſchem Kunſtfleiſse und neu erſonnenen Werkzeugen eigenhändig ausgearbeitet, und ihnen nach techniſchen ſo wohl als phyſiſch - chemiſchen Grundſätzen die einfachſte und zweckmäſsigſte Einrichtung gegeben, ſo daſs ich jede Gasart mit tropfbaren Flüſſigkeiten in einem, bisher ſelbſt von erfahrnen Chemikern für unmöglich gehaltenen Grade zu verbinden vermag. Die von mir aufgeſtellten Proben ſind auf allerhöchſte Weiſung, im Namen der kurfürſtl. baieriſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu München, vom Profeſſor Imhof, Direktor der Akademie, chemiſch unterſucht, und mit ſeinem Beifalle beehrt worden, worauf ich die allerhöchſte Bewilligung erhalten habe, dergleichen wohlthätige Anſtalten in den kurpfalzbaieriſchen Staaten, wo ich wolle, errichten zu dürfen; eine Bewilligung, die auch Se. kurf. Gnaden der Herr Reichserzkanzler auf ſeine Staaten auszudehnen geruht hat.

Paul, Schweppe und Ziegler haben ſich, was die feſten Beſtandtheile betrifft, nach den Analyſen Bergmann's und anderer geſchickter Che-

miker gerichtet, um die bekanntesten Mineralwasser, Selzer, Spaer, Pyrmonter, u. s. f., nachzuahmen; die unnützen, ja bisweilen schädlichen Bestandtheile haben sie weggelassen, und ihren Wassern so viel Gasgehalt gegeben, als es die Einrichtung ihrer Geräthschaften ihnen gestattete. Diese künstlichen von Paul in Paris verfertigten Mineralwasser sind von dem Nationalinstitute, die von Ziegler fabricirten von dem Sanitätsrathe in Lausanne öffentlich als zweckmäfsig anerkannt worden, und die von Schweppe in London bereiteten Wasser werden dort mit allgemeinem Beifalle getrunken. Dagegen hat der kurfürstl. Medicinalrath in München zu erkennen beliebt: „dass „alle diejenigen, den bisher gebräuchlichsten Mi„neralquellen ähnlich verfertigten Wasser *quali„tative* und *quantitative* die nämlichen Bestand„theile, wie die natürlichen, und folglich alle die „gröbern Erdarten enthalten, und auch nur den „Grad von Gasgehalt haben sollen, welche diese „gewöhnlich mit sich führen.“ Allein die meisten natürlichen Gesundbrunnen nehmen, so wie sie durch dieses oder jenes Gebirgslager zufälliger Weise fliessen, oder heftige Regengüsse sich ereignen, mehr oder weniger entbehrliche, auch wohl der Gesundheit nicht zuträgliche Ingredienzien in sich auf. Daher muss es dem Arzte wichtig seyn, die Kunst zu Hülfe zu nehmen, zur reinsten Darstellung dieser Gesundheitswasser, und zur stärkern Sättigung derselben mit der wohlthätigen Kohlensäure.

Auf Anrathen des Hofr. und Dr. Schäffer in Regensburg werde ich fürs erſte folgende Waſſer zu allgemeinem medicinifchen Gebrauche fabriciren, die übrigen Gattungen aber, ſo wie die Umſtände oder die Verſchreibungen der angeſehenſten Aerzte ſie erheiſchen, auf Beſtellung liefern.

1. *Kohlenſaures Bitterwaſſer*, welches 210 Gran Sedlitzer Salz in 12 Unzen Waſſer enthält und mit Kohlenſäure überſchwängert iſt; wodurch es weit angenehmer als das gewöhnliche Seidſchützer Bitterwaſſer zu trinken iſt, und im nöthigen Falle anhaltender gebraucht werden kann, ohne daſs der Magen geſchwächt wird.

2. *Reines kohlenſaures Waſſer*, das iſt, reines Quellwaſſer, welches mit kohlenſaurem Gas ſo ſtark geſchwängert iſt, als ich es für die meiſten Conſtitutionen für zuträglich gefunden habe. Sollte es für ſehr ſchwächliche Perſonen zu ſtark geſättigt ſeyn, ſo können ſie es mit reinem Waſſer oder Milch verdünnen, oder auch mit geſtoſsenem Zucker genieſsen. Punſch-Syrup, Liqueur d'eau de noyaux, und andere gute ſüſse Liqueurs, oder des Morgens verſüſste und mit einigen Tropfen Rum oder Arrack vermiſchte Milch, geben damit ein überaus liebliches Getränk.

3. *Reines Stahlwaſſer*, ſo wie die Natur bis jetzt noch keines geliefert hat, indem die berühmteſten Eiſenwaſſer entweder mit gröbern Erdarten und unſchicklichen Mittelſalzen gemiſcht ſind,

oder nicht den Grad von Kohlensäure enthalten, wie die meinigen.

Diese drei Gattungen sind, (die Schwefelwasser ausgenommen,) das Fundament aller bis jetzt bekannten Gesundbrunnen, und ein erfahrner Arzt wird gewiss weit lieber dem reinen kohlensauren Wasser andere beliebige Bestandtheile, die er für nützlich hält, z. B. Natrum, Kochsalz, u. d. m., in Mengen, wie die besondern Umstände jedes Patienten es erheischen, beimischen lassen, — als sich an die immer gleiche Mischung eines Selzer, Fachinger, u. s. w., Wassers binden. Werden indess bestimmte Mischungen verlangt, so bin ich gern bereit, sie zu liefern. Nur muss die geringste Bestellung nicht unter 50 Flaschen seyn, wenn es eine Mischung wäre, die nicht allgemein getrunken wird.

Als eine kleine Probe, was die Kunst in Ansehung der Verbindung der Gasarten mit tropfbaren Flüssigkeiten zu vollbringen vermag, hatte ich der Untersuchungs-Commission Wasser mit einer weit grössern Menge Kohlensäure, als obige Wasser enthalten, übergeben. Es stand mehrere Stunden im offenen Trinkglase, ohne dass sich Luftperlen zeigten, so dass die unglaubliche Menge Kohlensäure ganz in tropfbare Flüssigkeit übergegangen zu seyn schien, und erst beim Kosten durch den sauern Geschmack sich zeigte, oder in Luftblasen sich entband, wenn das Wasser entweder bewegt, oder einer wärmern Temperatur, oder

auch einem mindern Drucke der Atmoſphäre ausgeſetzt wurde. Ich erwähne das, damit man nicht etwa die Güte meiner Waſſer bloſs nach dem erſten beim Eröffnen der Flaſche ſich zeigenden Aufbrauſen beurtheile. Ich will zwar nicht in Abrede ſeyn, daſs, ſelbſt bei aller möglichen angewandten Sorgfalt in Ausleſung der hier verkäuflichen Stöpſel, nicht etwa der eine oder der andere ein wenig Luft unmerklich durchlaſſen mag, ſo daſs man für das ganz luftdichte Verſchlieſsen, wie es bei einem gut verfertigten metallenen Hahne Statt haben würde, um ſo weniger gut ſtehen kann, weil auch die Mündungen der Flaſchen gar ſelten die gehörige Form und Glätte haben. Allein auf der andern Seite wird man ebenfalls einſehen, daſs durch eine ſo innige Verbindung die Kohlenſäure in entferntere feine Kanäle des menſchlichen Körpers geleitet werden kann, als wenn das meiſte ſchon vor dem Hinunterſchlucken in Luftblaſen entwiche. Sollte mich indeſs das Publicum ſo unterſtützen, daſs es mir möglich würde, meinen Plan auszuführen, nach welchem Curgäſte dieſe Waſſer *gerade von der künſtlichen Quelle flieſsend* trinken könnten, ſo würden ſie dann freilich noch einen Unterſchied in dem annehmlichen Geſchmacke derſelben finden, und bei dem Bitterwaſſer den ächten Champagner-Schaum, und bei dem reinen ſäuerlichen und dem Stahlwaſſer das Schauſpiel der in unzähliger Menge von Perlen entweichenden *überſchüſſigen* Luftſäure nie vermiſſen. An

geſchickter Vorrichtung, das Waſſer auch mit ſehr viel überſchüſſiger Luft abzuziehen, fehlt es gewiſs nicht; allein, ungeachtet aller angewandten Koſten und Mühe, um mir recht haltbare Flaſchen zu verſchaffen, laſſen ſich die Arbeiter auf den Glashütten von ihrem gewöhnlichen Schlendrian nicht abbringen, und ſo ſehe ich mich wider meinen Willen gezwungen, einen kleinern Theil von überſchüſſiger Luft in den Flaſchen zu laſſen, damit nicht die meiſten während des Füllens zerſprengt werden. Und doch finden Kenner eine Flaſche meines reinen luftſauern Waſſers erfriſchender, erquickender und wirkſamer, als einen ganzen Krug Selzerwaſſer. Selbſt mit eben ſo viel Quellwaſſer verdünnt, wird man es noch ſtärker als das gewöhnliche Selzerwaſſer finden.

Der Preis jeder Flaſche der drei erwähnten Gattungen Waſſer iſt 30 kr. Auch bei beſondern Beſtellungen iſt der nämliche Preis zu 30 kr. für die Flaſche feſt geſetzt, es ſey denn, daſs der Arzt Ingredienzien verſchriebe, die theurer als diejenigen ſind, welche die natürlichen Mineralwaſſer gewöhnlich mit ſich führen. Die Waſſer ſind zu haben in München bei Lunglmayer's Sen. Wittwe, und in Regensburg bei Fabricius und der Wittwe Porzelius. Apotheker, die einen Verlag derſelben zu halten wünſchen, bekommen einen billigen Rabat.

Prüfening bei Regensburg im Jul. 1803.

X.

PREISAUFGABEN
von
der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften.

1. ***Durch welche Mittel und Wege können die mannigfaltigen Verfälschungen sämmtlicher Lebensmittel ausserhalb der gesetzlichen Untersuchung aufgehoben, oder doch vermindert werden?***

Es ist bekannt, dass die meisten Verfälschungen theils durch Vermengung und Vermischung verdorbener Stoffe, theils durch fremde schädliche Zusätze, oder auch durch Zubereitung und Aufbewahrung in schädlichen Gefässen oder Geschirren bewirkt werden. In dieser dreifachen Beziehung glaubt die Gesellschaft, dass für das allgemeine Gesundheitswohl schon dadurch ein grosser Schritt gemacht werde, wenn die in verschiedenen chemischen Schriften hierüber bereits vorhandenen Mittel gesammelt, zugleich aber auf einfachere, wohlfeilere, in der Anwendung leichtere, und *sichere* Verfahrungsarten gebracht, und überhaupt so beschrieben würden, dass sie dem gemeinen Manne verständlich, und jedem Stadt- und Landbewohner unbedenklich in die Hände gegeben werden können. Indess bleibt es dem Verfasser

unbenommen, auch noch andere Mittel zu diesem Endzwecke in Vorschlag zu bringen.

Die königl. Gesellschaft der Wissensch. bestimmt für die beste Beantwortung dieser Frage in deutscher Sprache einen Preis von 500 fl.; und da die gekrönte Schrift in 500 Exemplaren abgedruckt werden soll, so überläſst sie dem Verfasser auch noch 50 auf Schreib- und 350 Exemplare auf Druckpapier zu beliebigem Gebrauche.

2. Für die beste in deutscher Sprache verfaſste *kritische Prüfung und Würdigung aller Quellen der böhmischen Geschichte, nebst einer Anzeige und Beurtheilung der vorzüglichsten historischen Werke Böhmens*, bestimmt die königl. Gesellschaft der Wissensch. einen Preis von 300 fl., und beschenkt den Verfasser von der in 500 Exemplaren zu veranstaltenden Ausgabe der gekrönten Schrift noch mit 50 auf Schreib- und 350 Exemplaren auf Druckpapier.

Zum Termine der Einsendung wird für beide Aufgaben der letzte December 1805 fest gesetzt.

Die Concurrenten haben demnach ihre Aufsätze an den unterzeichneten Sekretär der Gesellschaft postfrei mit versiegeltem Namen, und einer Devise, wie gewöhnlich, einzusenden.

Prag den 23sten April 1804.

Tobias Gruber,
Sekretär.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, SIEBENTES STÜCK.

I.

PRÜFUNG
der Hypothese des Grafen von Rumford über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten,

vom

Hofrath Parrot,
Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Der Herr Graf von Rumford hat um die Lehre der Wärme ein doppeltes Verdienst. Einmahl hat er das, was der Physiker über die Wärme schon allgemein wusste, mit sehr glücklichem Erfolge praktisch angewandt, und gezeigt, wie vortheilhaft eine geschickte Anwendung theoretischer Kenntnisse auf die praktische Feuerung sey; dann aber hat er auch theoretische Betrachtungen über die Wärmeleitung angestellt, welche durch sehr interessante Versuche veranlasst worden sind. Der

Werth dieser Versuche, die sich durch Sorgfalt und Scharfsinn auszeichnen, ist bleibend, obschon der Physiker mit den Folgerungen, welche der Herr Graf aus ihnen zieht, weniger zufrieden zu seyn Ursache haben möchte. Ich läugne es mir nicht, dass meine gegenwärtige Unternehmung ihre Schwierigkeiten hat, die nicht nur in der Natur der Sache, sondern auch in äussern zufälligen Umständen liegen. Der Herr Graf Rumford ist seit vielen Jahren als ein sehr schätzbarer Naturforscher bekannt, seine praktischen Arbeiten über die Wärme und seine äusserst menschenfreundlichen Bemühungen, den Armen überall eine gesunde und wohlfeile Speise zu bereiten, haben schon einen allgemeinen so wohl verdienten Beifall erworben, dass es wenigstens dem Herzen der übrigen Naturforscher Ehre macht, dass sie sich hier vielleicht williger als sonst fanden, den theoretischen Meinungen eines mit Recht so beliebten Physikers beizupflichten, ehe die gehörige Untersuchung derselben angestellt wurde. Es gereicht sogar nicht zu meinem Vortheile, dass Männer, wie de Lüc und Gren, nur wie im Vorbeigehen Einwendungen machten, und nachher schwiegen. Freilich schwieg der Letztere, — weil sein allzu früher Tod aller seiner Thätigkeit hienieden ein Ende machte; aber niemand betrat sonst seine Fussstapfen, und so wurde die Rumfordische Hypothese von der Nichtleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten als Theo-

rie anerkannt. *) Wider diese Masse von Autoritäten bringe ich nun consequente Schlüsse und sorgfältig angestellte Versuche; und damit hoffe ich, meine Absicht zu erreichen, sogar bei dem Urheber der bestrittenen Hypothese, der an mehrern Orten erklärt, dass er es gern sehen wird, dass seine Ideen den Scharfsinn anderer Physiker in Thätigkeit setzten und einer zweckmäſsigen Prüfung

*) Daſs des Grafen von Rumford Hypothese, in aller Strenge genommen, in sich nicht bestehen, und in wie fern sie höchstens wahr seyn könne, ist mehrmahls, in den *Annalen*, (I, 214, 323; II, 254; V, 340,) erinnert worden; auch findet man hier, (VI, 407,) die Abhandlung Socquet's, in welcher dieser aus Versuchen im Groſsen zu beweisen suchte, daſs Wasser kein absoluter Nichtleiter der Wärme sey. Späterhin machten mehrere treffliche englische Physiker, (Dalton in Manchester und Thomson und Murray in Edinburg,) sehr genaue, die Meinungen des Grafen von Rumford prüfende und berichtigende Versuche bekannt, durch deren Mittheilung in vollständigen, (d. h., nur im Vortrage, nicht in den Sachen abgekürzten,) Auszügen, in den *Annalen*, XIV, 129 — 198, ich mir, auch schon als bloſser Referent einiges Verdienst zueignen zu dürfen glaube. Daſs Herr Prof. Parrot diesen seinen wichtigen und interessanten Aufsatz vollendet, und vielleicht schon nach Deutschland geschickt hatte, ehe ihm irgend etwas von diesen letztern Prüfungen bekannt war, sieht man aus den *Annalen*, XIII, 180.

unterworfen würden. *) Daſs keine andere Leidenſchaft als meine Liebe für die Naturwiſſenſchaft mich zu dieſer Prüfung beſtimmt habe, das wird man, hoffe ich, mir gern glauben, wenn man ſich erinnert, daſs ich ſchon mehr als Eine ſolche Hypotheſe von den angeſehenſten Naturforſchern mit Erfolg beleuchtete, und zwar ohne in miſshellige Verhältniſſe mit ihren Urhebern zu gerathen. Möge doch die Geſchichte der phyſikaliſchen Litteratur ſich immer, nicht durch kalte Mäſsigung, (denn der Naturforſcher muſs in ſolchen Fällen mit warmen Eifer bei ſeiner Arbeit ſeyn,) ſondern durch Unbefangenheit und Entfernung aller Privatrückſichten auszeichnen!

Die Arbeit des Grafen Rumford iſt mir durch die Auszüge, welche die *Annalen der Phyſik* davon geliefert haben, **) und durch die deutſche Ueberſetzung ſeiner *Eſſays* ***) bekannt. Dieſe letztern werde ich dieſer Prüfung zum Grunde le-

Seine Unterſuchung erhält durch dieſe Selbſtſtändigkeit einen eignen Reiz; wo es nöthig ſeyn ſollte, auf jene Verſuche hinzuweiſen, wird mir indeſs ein ſo eifriger und uneigennütziger Wahrheitsforſcher gern erlauben. *d. H.*

*) Vergl. *Annalen*, XV, 241. *d. H.*

**) *Annalen*, I, 215 f., 323 f., 436 f.; II, 249 f.; und V, 288 f. *d. H.*

***) Benj. Grafen von Rumford's kleine Schriften, politiſchen, ökonomiſchen und philoſophiſchen Inhalts, nach der zweiten vermehrten Ausgabe aus dem Engliſchen überſetzt, 2ter Band. Weimar 1800.

gen, um ſicher zu ſeyn, daſs mir nichts entgangen iſt, was für die Hypotheſe ſprechen möchte. *)

Ein Blick über den gegenwärtigen Zuſtand unſerer Lehre der Wärme wird ſogleich uns überzeugen, daſs dieſe Lehre gleichſam nur in der Wiege iſt. Sie iſt, die Unterſcheidung der latenten und freien Wärme abgerechnet, nicht viel mehr, als eine nicht zuſammen hängende Collection von Vorſtellungsarten, deren jede, auſser dem Namen ihres Urhebers, noch etwas für ſich hat, und die eben dadurch beweiſet, daſs wir unſre Kenntniſſe über dieſen Gegenſtand noch nicht zur Würde einer Theorie erheben können. Um ſo gröſser wäre das Verdienſt des Grafen Rumford, wenn er einen neuen wichtigen Satz aufgeſtellt hätte, welcher gleichſam als Standpunkt für die Ueberſicht jener Vorſtellungsarten diente.

Von *der* Seite beſonders ſah ich die Rumfordiſche Hypotheſe an, und ſuchte von dort aus in Wilke's relativer und ſpecifiſcher Wärme, in Crawford's Capacität für die Wärme, in Magellan's, Bergmann's und Kirwan's ſpecifiſcher Wärme, in de Lüc's gebundener und freier Wärme, in Lavoiſier's Reſultaten mit dem Calorimeter, in den Meinungen Mayer's, Gren's und anderer über dieſen Punkt, endlich in den ver-

*) Die Auszüge in den Annalen ſind vollſtändig, in dem oben erklärten Sinne, und der Leſer wird die in der Folge citirten Stellen in ihnen nicht vergeblich ſuchen. *d. H.*

schiedenen Begriffen von strahlender Wärme und Wärmeleitung einen richtigen ununterbrochenen Zusammenhang zu finden. Und das war auch, wenn ich nicht irre, die Absicht des Grafen Rumford selbst, die er auch einiger Masen auszuführen anfing. Allein, — weit entfernt, aus der Annahme seines Hauptsatzes Licht zu ziehen, — entstand vielmehr aus ihm eine weit grösere Verwirrung, und ich musste also das thun, was die blose Ansicht der Versuche mich schon als nothwendig voraus sehen liess, nämlich die Versuche selbst einzeln durchgehen, und sehen, was wir, bei der Voraussetzung ihrer Richtigkeit, die ich im mindesten nicht bezweifle, aus denselben schliessen dürfen.

Meine gegenwärtige Arbeit zerfällt in 2 Abschnitte: 1. Prüfung der Versuche des Grafen Rumford und der Schlüsse, die er daraus zieht. — 2. Widerlegung seines Hauptsatzes durch directe Versuche, und Aufstellung und Beweis eines neuen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung, welcher viele Lücken in der Erklärung der Phänomene der Wärme ausfüllen wird.

Erster Abschnitt.

Prüfung der Rumfordischen Versuche und Schlussfolgen.

Der Hauptsatz des Grafen Rumford ist folgender: „Alle *Flüssigkeiten* sind *absolute Nichtleiter der Wärme*, und jede Fortpflanzung von Wär-

„me, welche man in ihnen beobachtet, geschieht
„nach dem hydrostatischen Gesetze, daſs Flüssig-
„keiten von verschiedenen specifischen Gewichten
„nur dann im Gleichgewichte seyn können, wenn
„die leichteste die oberste Stelle eingenommen hat.
„Wird nämlich eine Flüssigkeit erwärmt, so erhal-
„ten die den Wärme gebenden Körpern zunächst
„liegenden Theile eine höhere Temperatur; diese
„aber geht nicht in die nächsten Schichten über, son-
„dern die erste Schicht bewegt sich, vermöge ih-
„res geringern specifischen Gewichts, in die Höhe,
„läſst auf diese Art andere Schichten an die ver-
„lassene Stelle treten, wo sie, wie die erste, er-
„wärmt werden und gleichfalls ihre Stelle andern
„Schichten einräumen." Da es wichtig ist, über-
zeugend darzuthun, daſs dieses die wahre Hypo-
these des Grafen **Rumford** ist, so berufe ich
mich auf folgende Stellen:

Seite 7: „Ja, sogar nachdem die Resultate mehrerer
Versuche, welche mir entscheidend schienen, mich zu
dem Schlusse berechtigten, daſs die Luft ein *Nichtlei-
ter* der Wärme sey, oder daſs die Wärme sie nicht pas-
siren kann, ohne durch ihre Theilchen fortgeführt zu
werden, wobei diese individuell und unabhängig von
einander wirken." — — — Seite 8: „In meiner
vorigen Abhandlung — — gab ich schon an, wie ich
auf die Entdeckung geführt wurde, daſs *Dampf* und
Flamme Nichtleiter der Wärme sind. Nun will ich
dem Publicum eine Menge von Versuchen mittheilen,
die ich seit einiger Zeit anstellte, welche, wie ich glau-
be, darthun werden, daſs *Wasser* und wahrscheinlich
alle übrige flüssige Körper dieselbe Eigenschaft besitzen.

Dies will nämlich so viel sagen, dass, obgleich die Theile jeder Flüssigkeit, an sich betrachtet, die Wärme von andern Körpern annehmen, oder sie ihnen mittheilen können, doch aller *Wechsel* und alle *Mittheilung* der Wärme unter diesen Theilchen selbst absolut unmöglich sey." — Seite 109: „Dieses Factum giebt, wie ich mir schmeichle, den allerunläugbarsten Beweis, dass Wasser ein *vollkommener Nichtleiter* der Wärme ist, und dass sich die Wärme darin *nur* zu Folge der Bewegungen, die sie in einzelnen abgesonderten Theilen des Wassers hervor bringt, fortpflanzt." — Seite 164: „Aus den Resultaten aller dieser mit Versuchen angestellten Nachforschungen glaube ich mit Sicherheit schliessen zu können, — dass Wasser, Oehl und Quecksilber *vollkommene Nichtleiter* der Wärme sind, oder dass von dem Augenblicke an, wo diese Stoffe die Form der Flüssigkeit annehmen, alle wechselseitige Abtretung und Mittheilung der Wärme unter ihren Theilchen und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern schlechterdings unmöglich ist. — Wenn aber alle wechselseitige Mittheilung und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern benachbarten in so vielen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, (die noch dazu in vielen andern Rücksichten so wesentlich von einander unterschieden sind,) schlechterdings unmöglich ist; sollte dies uns nicht zu dem Schlusse hinlänglich berechtigen, dass diese Eigenthümlichkeit allen flüssigen Körpern gemein sey, ja, dass sie sogar zum Wesen der Flüssigkeit selbst gehöre?"

Diese Citate werden, hoffe ich, überzeugen, dass ich dem Grafen Rumford keine andere Meinung als seine eigne in der obigen kurzen Darstellung seiner Hypothese zueigne, und so will ich zu-

erst einige allgemeine Betrachtungen über diese Hypothese anstellen.

Unter *Wärmeleitungsfähigkeit* verstanden wir bis jetzt die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen und Wärme abzugeben. Nun aber gesteht der Graf Rumford den Flüssigkeiten die Eigenschaften zu, dass ihre an wärmern Körpern unmittelbar anliegenden Schichten Wärme aufnehmen, und muss ihnen gleichfalls die Eigenschaft einräumen, dass diese Schichten, wenn sie mit einem andern kältern Körper in Berührung kommen, ihnen ihre Wärme abgeben; sonst wäre jede Erkaltung unmöglich. Folglich sind diese Schichten einer Wärmeleitung fähig. Noch mehr, wenn man sich eine Flüssigkeit dächte, deren physisch unendlich kleine Schichten mit Ebenen von festen Körpern, auch vom schlechtesten Leiter, wie etwa Glas, abwechselten, so müsste die Wärme sich durch diese Abwechselungen vortrefflich fortpflanzen, besser als durch eine cylindrische Masse, welche nur von oben gleichförmig erwärmt würde, weil unter der Bedingung der Gleichförmigkeit kein Wechsel der Schichten Statt finden kann. — Die absolute Unmöglichkeit einer Fortleitung der Wärme durch Flüssigkeiten, ohne Wechsel der Schichten, also durch die Hypothese selbst widerlegt.

Nehmen wir an, dass die Mittheilung der Wärme zwischen den Theilen einer Flüssigkeit unmöglich sey, hingegen möglich und leicht zwischen den Theilen dieser Flüssigkeit und allen festen Körpern, so verstossen wir ferner wider alle Analogie.

Nicht nur in allen bisherigen Hypothesen vom Wärmestoffe giebt es bekanntlich gar keinen Grund, die Fortpflanzung zwischen festen Körpern und Flüssigkeiten für leichter zu halten, als zwischen den Theilen *einer* Flüssigkeit, sondern gerade in der Rumfordischen Hypothese vom Wärmestoffe ist der Widerspruch mit den gewöhnlichen Analogieen am auffallendsten. In seiner Untersuchung der durch Friction erzeugten Wärme, (*Annalen*, XII, 554, Anm.,) äusserte nämlich der Graf die schon sehr alte Meinung, dass die Wärme ein besonderes Phänomen einer eigenthümlichen innern Bewegung der Körper sey. Nun ist es bekannt, dass Blei, Zinn, Gold, keiner uns bekannten innern fortgesetzten Bewegung ihrer Theile fähig sind, weil ihre Theile zugleich sehr verschiebbar und gegen einander stark anziehend sind. Aber alle Luftarten sind unzähliger solcher innern Bewegungen fähig. Folglich sollten jene schlechte Leiter seyn, diese vortreffliche. Nicht minder bekannt ist es aber, und es wird der Herr Graf gewiss es nicht in Zweifel ziehen, dass Blei, Zinn, Gold die vollkommensten Wärmeleiter sind, Gasarten aber unter die schlechtesten gehören. Es bleibt also in diesem Conflicte von widersprechenden Analogieen nur die Wahl, welche Meinung, die über die Leitung, oder die über die Natur der Wärme, Graf **Rumford** aufgeben will. Entschlösse er sich indess, auch die letztere fallen zu lassen; so bieten ihm doch alle übrige Hypothesen über die Fortpflanzung der

Wärme nirgends den mindeſten Grund für den Satz der beſſern Leitung zwiſchen feſten und flüſſigen Körpern, geben vielmehr ſehr viele dawider, wie ich es weiterhin zeigen werde. Doch dieſe Einwendungen mögen von ihrer Stärke viel verlieren, wenn man dagegen erinnert, daſs ſie am Ende dieſe ihre Stärke vielleicht nur aus unſrer Unwiſſenheit ſchöpfen. Ich gebe ſie aber auch jetzt nur als Gründe der Wahrſcheinlichkeit.

Ich gehe jetzt zu noch directern Einwendungen über. Wenn die erwärmten Schichten der Flüſſigkeiten innere Bewegung vermöge ihres geringern ſpecifiſchen Gewichts erhalten, und dieſe Bewegung in den tropfbaren Flüſſigkeiten Gegenſtand der Beobachtung iſt, und ſie augenblicklich bei der Erwärmung Statt findet; ſo liegt in dieſer allerdings richtigen Thatſache ſchon eine Widerlegung des Hauptſatzes. Denn die Schicht, die augenblicklich ſich bewegte, muſste eine meſsbare Dicke haben und alſo bis zu dieſer Tiefe augenblicklich von der Wärme afficirt werden, und, wie de Lüc ſehr ſcharfſinnig bemerkt, der dieſe Einwendung zuerſt machte,*) der Grund, warum in einer Flüſſigkeit dieſe Durchdringung nicht wie bei dem feſten Kör-

*) Von Crell's *chemiſche Annalen*, 1798, B. 1, S. 288 f., und in dieſen *Annalen*, I, 467. Was ich dort äuſserte, um dieſe Einwendung zu entkräften, nehme ich zurück, und laſſe daher hier mehreres fort, was Herr Prof. Parrot dagegen mit Scharfſinn erinnert. *d. H.*

per, (und bei den elaftifchen Flüfsigkeiten,) in derfelben Richtung weiter fortgeht, ift der Strom felbft, der im Augenblicke entfteht, als die Waffertheilchen an den Seiten des Gefäfses bei der Aufnahme der Wärme ausgedehnt und alfo fpecififch leichter werden. Sie fteigen in die Höhe, ehe fie Zeit gewinnen, ihr Uebermaafs von Wärme weiter fortzupflanzen.

Diefes die Einwenduug de Lüc's. Ich gehe noch weiter, und behaupte, dafs das Phänomen der Circulation, welches Graf Rumford fo fchön und treu befchreibt, unmöglich wäre, wenn nicht die Wärme von einem Theile der Flüffigkeit zum andern überginge. Man denke fich die unendlich kleine erwärmte Schicht an der innern Oberfläche des Gefäfses. Ihre Expanfion, fo lange fie tropfbares Waffer ift, kann nicht das Verhältnifs von 1000:1012 überfchreiten. Nun denke man fich, wie klein die Kraft des Uebergewichts der kältern nachbarlichen Wafferfäulen ift, um die Bewegung zu erzeugen; dagegen erwäge man den Widerftand, den die Reibung der gewärmten Schichten am Glafe und im Innern an den anliegenden Schichten hat, und man wird bald einfehen, dafs die Bewegung unter der Vorausfetzung, dafs nur eine fo dünne Schicht eigentlich auf einmahl erwärmt würde, unmöglich wird. Die Luftblafen, welche bei Erwärmung des Waffers fich am Glafe feft fetzen, fteigen ja nicht, ungeachtet fie 800 bis 1000 Mahl leichter find, als das Waffer. Man wird vielleicht wider

das Beispiel einwenden, dass die Luft eine stärkere Adhäsion am Glase habe, als das Wasser; allein mit Unrecht. Das beweiset die Adhäsion des Wassers an den Rändern der Gefäſse über das Niveau der Flüssigkeit. Will man noch ein anderes Beispiel, — wer weiſs nicht, daſs in engen Barometerröhren die Variationen im Stande der Queckſilberſäule immer um $\frac{1}{2}$, ja bisweilen um ganze Linien kleiner ſind, als in weiten? Wie groſs würde nicht der Unterſchied in Haarröhren ſeyn, und wie viel gröſser iſt die feinſte Haarröhre nicht, als die Dicke der vom Grafen Rumford angenommenen erwärmten Schichten? *)

So viel im Allgemeinen über die Rumfordiſche Hypotheſe. Ich glaube aber durch dieſe Einwürfe

*) Wie treffend dieſe Einwendung des Herrn Verfaſſers iſt, zeigen Thomſon's *Verſuche über die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüſſigkeiten Statt finden*, (*Annalen*, XIV, 146 — 156.) Sie widerlegen die Wirklichkeit ſolcher Strömungen, deren Möglichkeit jener Grund ſehr zweifelhaft macht. Nach Nicholſon's Berechnung, (*daſ.*, 157,) würde, wenn man den erwärmten Waſſertheilchen den millionſten Theil eines Zolles zum Durchmeſſer geben wollte, ihre Geſchwindigkeit im Aufſteigen kaum $\frac{2}{100}$ Zoll in einer Minute betragen, woraus auch er auf die Unwahrſcheinlichkeit aufſteigender Strömungen durch die bloſse Ausdehnung der Waſſertheilchen, welche nur durch die Berührung mit dem Gefäſse erwärmt würden, ſchlieſst. *d. H.*

noch wenig zu ihrer Entkräftung gethan zu haben. Denn ihr berühmter Urheber gründet ſie auf Thatſachen, und zwar auf ſolche, deren Richtigkeit ich recht gern anerkenne. Müſste man nun die daraus gezogenen Schluſsfolgen eben ſo anerkennen, ſo fielen dann von ſelbſt alle die obigen Betrachtungen, weil die unmittelbaren Schlüſſe aus Thatſachen, gegen jene allgemeinen Betrachtungen, überwiegend ſeyn müſſen; oder es entſtünde wenigſtens ein Conflict von Raiſonnement, welches geradezu bewieſe, daſs weder Graf Rumford noch ich etwas erwieſen hätten. Ich muſs alſo Schritt für Schritt dem Herrn Grafen in ſeinen Verſuchen und in ſeinen Schlüſſen überall folgen, und beſtimmt anzeigen, wo er geirrt hat.

Ich übergehe den Aepfelbrei und die Reiſsſuppe, womit die Geſchichte der Verſuche anhebt, weil ſie nur als Veranlaſſung zu den eigentlichen Unterſuchungen da ſtehen, (*Annalen*, V, 338.) So auch das merkwürdige Phänomen der Bäder zu Bajae, wo nämlich das Waſſer ſich kalt anfühlt, indeſs der darunter liegende Sand die Finger verbrennt. Im zweiten Abſchnitte, wo ich einen neuen Satz zur Erklärung vieler Phänomene, die zur Wärmeleitung gehören, aufſtelle, werde ich auf dieſe ſchöne Thatſache zurück kommen, und ſie erklären.

Die erſten Verſuche ſind die mit dem ſo genannten cylindriſchen Paſſage - Thermometer auf Aepfelbrei und Waſſer angeſtellt. Dieſes ſehr gut

erfundene Inſtrument zeigte, daſs eine Portion Aepfelbrei, deſſen fibröſer Theil nur $\frac{1}{50}$ des ganzen Gewichts ausmachte, die Wärme viel langſamer durchlieſs, als eine gleiche und unter gleichen Umſtänden erwärmte Waſſermaſſe. Ich will nicht hier die Einwendung machen, welche Gren, glaube ich, noch machte, nämlich, daſs man anſtatt Waſſer geſchmorten Aepfelbrei ohne fibröſeTheile zur Vergleichung hätte nehmen ſollen; denn obſchon die eigenthümliche Leitungsfähigkeit dieſes Breies gewiſs von der des Waſſers verſchieden ſeyn wird, der dem wäſſerigen Theile beigemiſchten ſchleimigen und Zuckertheile wegen, ſo glaube ich doch, daſs der Verſuch, wie mit Waſſer angeſtellt, mit gleichem Erfolge zum Vortheile der Rumfordiſchen Meinung ausgefallen wäre. Allein, was kann man aus dieſem Verſuche ſchlieſsen? was ſchlieſst ſelbſt Graf Rumford daraus?

A. „*Daſs eine geringe Menge gewiſſer* (*fremder*) „*Subſtanzen, wenn man ſie mit dem Waſſer miſcht,* „*ſehr mächtig dahin wirkt, die Wärme leitende Kraft* „*dieſer Flüſſigkeit zu ſchwächen.*" (Seite 29.) Und dieſen Schluſs unterſchreibe ich ſehr gern, wie geſagt, der obigen Einwendung ungeachtet, weil nachher viele Verſuche vorkommen, wo dieſe Einwendung nicht mehr paſst.

B. Eben ſo gern unterſchreibe ich als Folge aus dem Vorhergehenden den Satz, Seite 31: „*daſs* „*man die Wärmeleitungsfähigkeit einer Flüſſigkeit* „*dadurch vermindere, daſs man die Bewegung der*

„*Theilchen der Flüſſigkeit bei Fortpflanzung der*
„*Wärme bloſs hemmt oder ſtört, indem man die*
„*Flüſſigkeit mit ſoliden Subſtanzen von geringem Vo-*
„*lum, oder ſolche, die im Verhältniſſe zu ihrer Dich-*
„*tigkeit eine groſse Oberfläche haben, vermiſcht;*"
voraus geſetzt, daſs Graf Rumford hier nicht das abſolute Leitungsvermögen der Flüſſigkeiten eigentlich meine, ſondern nur die Ausübung dieſes Vermögens. Denn angenommen, daſs die beigemiſchten Theile nicht chemiſch aufs Waſſer wirken, welches der Fall in den folgenden Verſuchen iſt, ſo ſehe ich nicht ein, daſs das Vermögen hier geſchwächt werde, wohl aber die Ausübung.

Aber den Zuſatz: „*doch müſſen dieſe beigemiſchten Subſtanzen Nichtleiter ſeyn,*" unterſchreibe ich *nicht*, weil dieſe Bedingung nicht aus dem Verſuche folgt. Sie folgt noch weniger aus der Rumfordiſchen Hypotheſe, nach welcher feſte Körper die einzigen Wärmeleiter in der Natur ſind. Und wenn es auch unter ihnen Nichtleiter geben ſoll, wie verhält ſich denn dieſe Behauptung mit dem Theile der Hypotheſe, daſs die Nichtleitung der Wärme eine Eigenthümlichkeit der Flüſſigkeiten als ſolche ſey, daſs ſie zum Weſen der Flüſſigkeit gehöre? *)

Nun

*) Doch wie ſoll ich den Satz: *daſs das Waſſer von ſeiner Leitungsfähigkeit verliere, wenn man ſeine Flüſ-*

Nun folgen Verſuche, wo gezeigt wird, daſs Eiderdunen, dem Waſſer im Verhältniſſe von $\frac{1}{50}$ bei-gemiſcht, das Leitungsvermögen des Waſſers be-trächtlich ſchwächen. Sie ſind ein vollſtändiger Beweis für die Sätze *A* und *B*, und machen die vor-her gehenden Verſuche entbehrlich.

Graf **Rumford** wendet darauf dieſe Thatſa-chen und Sätze auf Naturgegenſtände, beſonders auf die Vegetation, an, indem er der verminderten Flüſſigkeit, und der Unterbrechung derſelben durch feſte nicht-leitende Theile in den Pflanzen es zu-ſchreibt, daſs ſie nicht völlig ihrer Wärme beraubt werden. — Hier möchte ich gleich fragen, was es heiſst, der Wärme völlig beraubt ſeyn. Graf **Rumford** meinte gewiſs nicht darunter abſolut kalt werden. Er iſt ein zu guter Phyſiker, um nur daran zu denken. Er konnte alſo nur darunter

Flüſſigkeit vermindere, verſtehen, wenn, wie S. 60 u. 165, geſagt wird, die Nichtleitungsfähigkeit zum Weſen der Flüſſigkeit gehöre, und jene die Ur-ſache dieſer ſey? Es ſollte alſo das Waſſer nur deswegen flüſſig ſeyn, weil es Wärme nicht leitet, deſto weniger aber leiten, je flüſſiger es iſt. Wo bleibt der in der Naturforſchung ſo ſichere, ſo unentbehrliche Grundſatz, daſs die Wirkungen im Verhältniſſe der Urſachen ſind? Und finden zu-weilen ſcheinbare Ausnahmen [illegible] ſo iſt es heili-ge Pflicht des Naturforſchers [illegible] und dieſer ſcheinbaren Aus[illegible] beſti[illegible] ben, und nicht eine Sch[illegible] er dieſer Pflich[illegible] P.

verſtehen, daſs die Textur der Pflanzen und die Zähigkeit der Säfte, (über dieſe Zähigkeit als Verminderung der Wärmeleitung iſt ſchon das Nöthige geſagt,) es verhindern, daſs die Bäume die Temperatur der umgebenden Luft annehmen. Da ich keine thermometriſchen Verſuche innerhalb der Bäume im Winter angeſtellt habe, da der Gr. Rumford auch keine anführte, da er vollends vielleicht die Gültigkeit ſolcher Verſuche nicht anerkennen würde, weil er im 3ten Kapitel dieſer Abhandlung darauf aufmerkſam gemacht hat, daſs groſse Grade intenſiver Wärme Statt finden können, die für das Thermometer nicht fühlbar ſind; — ſo will ich mich auf ein gut bewährtes, ziemlich auffallendes Factum berufen. Im harten Januar 1799, da wir in Riga an den Mauern der Häuſer eine Kälte von 29° R. hatten, drang der Froſt ſo weit in die Erde, daſs das Waſſer in den Röhrenleitungen der Städte fror, ſogar an den Stellen, wo die Röhren 7 Fuſs tief unter der äuſsern Oberfläche lagen. Ich bin Zeuge dieſes auſserordentlichen Factums, und ich kann mich deſshalb auf die Ausſage der Brunnenarbeiter berufen. Hier drang alſo der Wärmeſtoff des Waſſers in den hölzernen Röhren durch die Röhren ſelbſt, welche die Baumtextur haben, dann durch eine Schicht von Erde, (das heiſst, von gemiſchten Subſtanzen aus Luft, Waſſer, Sand, vegetabiliſcher Erde,) dann durch das Pflaſter und die Schneedecke hindurch. Daſs alle dieſe Nichtleitungsanſtalten den Durchgang des Wärmeſtoffs allerdings

erschwerten, wer wird daran zweifeln? Aber man vergleiche damit die in der Luft isolirten Bäume, ja die ½ Zoll dünnen Stauden, und frage, ob sie nicht in diesem langen Winter die Temperatur der äussern Luft annahmen. Und wollte man auch zugeben, dass die innern Theile einige Grade mehr Wärme behalten hätten, ja, ich will 10° annehmen, so waren sie doch gewiss damahls bis auf — 20° erkaltet, und es zeigt sich daraus, dass die holzartigen Pflanzen, (ja, die saftige Roggenflanze,) eine Kälte von 20° aushalten können, ohne Gefahr für ihre Organisation; und es folgt unmittelbar daraus, dass die Natur alle die Vorsicht nicht nöthig hat, um die Erkaltung, wenigstens bis auf — 20° zu verhindern, da sie diese Erkaltung wirklich zugiebt.

Mit diesen Betrachtungen über den Einfluss der vorgetragenen Sätze schliesst sich das erste Kapitel der Abhandlung des Grafen Rumford, und unsere Untersuchung hat gezeigt, dass dieses Kapitel in der That keine andere ausgemachte Wahrheit aufstellt, als den Satz, dass die Flüssigkeiten die Wärme besser leiten, wenn die Bewegung ihrer Theile frei ist, als wenn sie gehemmt wird. Schon lange vorher war es bekannt, dass die Abwechselung der Schichten einer Flüssigkeit, welche eine erwärmte Fläche berühren, ein kräftiges Mittel sey, um dieser Fläche viel Wärme zu entziehen. Auf diesem Satze beruht zum Beispiel die Construction des von mir erfundenen Stubenofens, dessen Beschreibung in Voigt's *Magazin*, B. 10, St. 1,

zu finden ist. Der Graf Rumford hat das Verdienst, diesen Satz in ein deutliches Licht gesetzt zu haben, besonders durch den schönen Versuch mit den Eiderdunen, und die Physiker dadurch auf dieses Naturgesetz aufmerksamer gemacht zu haben, welches gewiss bei dem jetzigen allgemeinen Streben nach Erweiterung unsrer Kenntnisse nicht ohne Nutzen seyn wird.

Das *zweite Kapitel*, [*Annalen*, I, 214,] fängt mit dem Versuche an, der das Daseyn der Ströme in ungleich erwärmten Wasserschichten so deutlich darstellt. Diese äusserst sinnreiche Vorrichtung liefert ein Beispiel mehr, wie man oft mit sehr wenigen Hülfsmitteln, aber mit vielem Scharfsinne, Zwecke erreichen kann, die man fast für unerreichbar halten möchte, und es wäre zu wünschen, dass diese Vorrichtung in den öffentlichen Vorlesungen auf Akademieen eingeführt würde, weil sie einen Satz geradezu vom Wasser erweiset, den man sonst nur analogisch vortragen kann. *)

Dann geht Graf Rumford zu seinen Versuchen über das Schmelzen des Eises über. Vorher aber beschuldigt er die Physiker des Irrthums, dass das Wasser über Eis nicht erwärmt werden

*) Nochmahls muss ich hierbei an Thomson's belehrende Versuche erinnern, welche es, wie es mir scheint, ausser Streit setzen, dass in Flüssigkeiten, beim Erwärmen derselben, Strömungen in der Art nicht entstehen, wie sie der hier erwähnte Rumfordische Versuch darzuthun schien. *d. H.*

könne. Mir ist diese Behauptung noch nicht vorgekommen. Die Physiker sahen bis jetzt das *schmelzende Eis* als einen der größten Wärmeleiter oder vielmehr Wärmeverschlucker an, und schlossen daraus, daß das Wasser, welches damit vermischt wird, nur sehr geringe Grade von Wärme annehmen könne. Allein, daß es gar keine annehmen könnte, hat, so viel ich weiß, niemand behauptet; denn man müßte das Leitungsvermögen des Eises zu dem des Wassers als unendlich ansehen; vielmehr weiß jeder, der Thermometer in schmelzendem Schnee oder Eise graduirt hat, daß man, um den wahren Nullpunkt zu erhalten, die Kugel in die schmelzende Masse, nicht aber in das neben befindliche flüssige Wasser, wenn die Lufttemperatur etwas beträchtlich ist, tauchen müsse, welches von dem Gefäße oft $\frac{1}{2}$, 1, auch $1\frac{1}{2}^{\circ}$ Wärme erhält. Ich hoffe, daß der Graf Rumford diese Bemerkung nicht als eine bloße Subtilität ansehen wird; denn wo es auf Leitungs- oder *absolute* Nichtleitungsfähigkeit ankommt, sind alle Größen, wenn sie nur meßbar sind, wichtig.

Im Versuche 15 und 16 läßt Graf Rumford warmes Wasser auf Eis von der Temperatur 32° F. einwirken, ein Mahl, indem das Eis in dem warmen Wasser schwimmend liegt, das andere Mahl, indem es unterhalb fest gehalten wird. Es zeigt sich, daß, wenn das Wasser unter der Eismasse liegt, es das Eis mehr als 8 Mahl geschwinder schmelzt, als in dem entgegen gesetzten Falle. So viel als

Ich über diesen Versuch zu sagen hätte, und über den folgenden 17ten und 18ten, so muss ich doch es noch aufsparen, weil diese Versuche gleichsam nur als Vorbereitung zu den wichtigen Resultaten der Versuche 19 bis 44 vorkommen, welche unstreitig die stärksten Data für die Rumfordische Hypothese enthalten. Die besondern Phänomene von 17 und 18 werde ich im 2ten Abschnitte erklären.

Man überschaue alle diese Versuche von 15 bis 44. Ihr Inhalt ist folgender: 15 und 16 zeigen, wie schon gesagt, dass das Eis beträchtlich langsamer schmilzt, wenn es im Grunde des mit heissem Wasser gefüllten Gefässes liegt, als wenn es darauf schwimmt. Es entsteht also gleich der Einwurf: Wenn die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter sind, wie kommt es, dass doch etwas vom Eise im Grunde schmilzt? Wie kommt die Wärme dahin, da die wärmern Theile des Wassers hier die obern Gegenden des Gefässes schon einnehmen, und also keine Strömung denkbar ist?

Darauf antwortet Gr. Rumford durch die folgenden Beobachtungen in 17 und 18. Hier hat er gleichfalls Eis auf dem Boden des Gefässes, und heisses Wasses darüber, aber in 18 zwischen beiden eine Wasserschicht von 32° F., welche zwischen 2 dünnen Zinnplatten eingeschlossen ist, deren untere das Eis unmittelbar berührt. Die Zinnplatten haben in ihrer Mitte eine runde Oeffnung von 2'' Durchmesser, durch welche das obere heisse Wasser mit der 1'' hohen kalten Wasserschicht communicirt. Nach einer geraumen Zeit wurde das Wasser abgegossen,

und in der Mitte des Eiskuchens gerade unter dem Loche der Platten ein ſcharf abgeſchnittnes Loch von $\frac{2}{10}$ Zoll Tiefe gefunden; die übrige Fläche war ungeſchmolzen geblieben, ausgenommen eine Art von Rinne von 1″ Breite und *etwas über* $\frac{2}{10}$ Tiefe bis nach dem Rande. Zu dieſer letztern Beobachtung liefert Graf Rumford eine ſehr ſcharfſinnige Erklärung; er bemerkt nämlich, daſs in allen dieſen Verſuchen das Waſſer, welches das Eis unmittelbar berührte, 40° F. warm war. Nun iſt es bekannt, daſs unter dieſer Temperatur alles Waſſer ſpecifiſch leichter iſt als bei 40°, ſo daſs, da man kein Waſſer von 32° fand, man anzunehmen berechtigt iſt, daſs hier eine Strömung Statt fand. Nämlich, das bis 32° F. erkältete Waſſer, das leichter war, muſste über das von 40° ſteigen; da aber über der kreisrunden Oeffnung warmes Waſſer völlig in Ruhe lag, ſo konnte nicht hier der Wechſel geſchehen, ſondern es muſste die Communication des Waſſers an den andern Stellen, nämlich am Rande, dazu concurriren. Daher floſs das Waſſer von 40° aus dem Zwiſchenraume der beiden Platten von der Randſeite herunter, und trieb ſo das Waſſer von 32° in der Mitte hinauf. Auf dem Wege nach der Mitte bahnte ſich dieſes 40° warme Waſſer das beobachtete Bett, und ſo erklärt es ſich ſogar, daſs das Bett etwas tiefer wurde, als das mittlere Loch. *)

*) Dieſes muſs der Herr Graf zugeben, da er im 57ſten Verſuche beweiſet, daſs 2 dem ſpecifiſchen

Dafs diese Erklärung *hier* gegründet sey, gebe ich zu; ob sie aber hinreiche, um das Phänomen ganz zu erklären, das wollen wir noch nicht entscheiden. Graf Rumford glaubt das letztere, und argumentirt auf folgende Art: Ist das Wasser ein Nichtleiter, hat kein Wärmestoff sich von den oben warmen Wasserschichten herab gesenkt, so ist die ganze Schmelzung des Eises dem Wasser zwischen den beiden Zinnplatten vermöge der Strömung zuzuschreiben, welche der Unterschied an specifischer Schwere des Wassers von 32° und des von 40°, und so muss demnach Wasser von 40° Temperatur eben so viel Eis schmelzen, als Wasser von 212°. Beweiset nun

Gewichte nach von einander unterschiedene Flüssigkeiten, als gemeines und Salzwasser, keine Strömung verursachen, wenn sie ganz ruhig über einander liegen. Es wäre mir leicht gewesen, diesen Umstand zu einer Einwendung zu benutzen gegen die ganze Erklärung des Herrn Grafen, welche den Wechsel unter der kreisförmigen Oeffnung geschehen, und dann die warme Flüssigkeit nach der Seite abfliessen läfst; und dann noch obendrein zu fragen, warum das Bett dieser Strömung tiefer ist, als das mittlere Loch, das zuerst die Einwirkung des heissen Wassers nach der Rumfordischen Erklärung erhält. Anstatt dieser Einwendung gebe ich die wahre Erklärungsart nach dem Rumfordischen Satze der Strömung. Ich hoffe also, dass man dieses Betragen nicht missdeuten wird, besonders *weil ich keinen Gebrauch von der ganzen Erklärung machen werde, wider den Satz des Herrn Grafen* Rumford. P.

Graf Rumford das letztere durch Verſuche, ſo müſſen wir rückwärts auf die Nichtleitung des Waſſers ſchlieſsen. — Man ſieht aus dieſem Beiſpiele, mit welch einem ſcharfſinnigen Antagoniſten ich es aufgenommen habe. Die folgenden Verſuche werden es noch mehr zeigen, und ich geſtehe, daſs es mir nicht geringe Mühe koſtete, um mich durch dieſe vielfältigen Verſuche und die äuſserſt feinen Anwendungen derſelben durchzuarbeiten und Licht in dieſe Materie zu bringen, die der würdige Naturforſcher, deſſen Meinung ich beſtreite, mit ſo groſsem Aufwande, jedoch gewiſs nicht abſichtlich in ein Labyrinth umwandelte. Möge ich nur in meinen Vortrag die Deutlichkeit hinein bringen, die in meinen Ideen darüber iſt!

Ich übergehe den 19ten, 20ſten, 21ſten und 22ſten Verſuch, die Graf Rumford für unſtatthaft erklärt. Der 23ſte und 24ſte waren auf folgende Art veranſtaltet. Auf dem Grunde eines cylindriſchen Glasgefäſses war eine Portion Waſſer zu einem Eiskuchen von 4,7″ Durchmeſſer und 3″ Höhe gefroren. Auf denſelben ſollte eine Portion heiſses Waſſer, 8″ hoch, aufgegoſſen werden, um zu ſehen, wie viel von dieſem Eiskuchen ſchmelzen würde, indeſs das Gefäſs in ſchmelzendes Eis ſo tief getaucht war, als der Eiskuchen reichte. Damit aber das Waſſer ſo regelmäſsig aufgegoſſen würde als möglich, wurde es durch eine hölzerne Röhre hinein gegoſſen, deren untere Mündung verſchloſſen war, ſeitwärts aber viele kleine Seitenlö-

cher hatte. Doch auch damit war die Vorſicht noch nicht weit genug getrieben. Das ſo ſeitwärts ſtrahlende Waſſer fiel auf eine bis 32° F. erkältete Holzplatte, welche eine Menge Löcher hatte, die das Waſſer durchließsen. Dieſes Brett ſtieg immer mit dem Waſſer, und empfing immer den Stoſs des fallenden Waſſers. Das aufgegoſſene Waſſer hatte im 23ſten Verſuche 196°, im 24ſten 190°. Im 23ſten ſchmolzen in 1 Minute 423, in dem 24ſten aber in 5 Minuten 703 Gran Eis. Da nun die beiden Zahlen 423 und 703 nicht im Verhältniſſe der Zeiten 1 und 3 ſind, ſo ſchlieſst Graf Rumford, daſs, aller ſeiner angewandten Vorſicht ungeachtet, *Unregelmäſsigkeiten beim Schmelzen vorgegangen ſind*, daſs das Aufgieſsen dennoch eine Strömung in dem heiſsen Waſſer, und dadurch die gröſsere Schmelzung in der 1ſten Minute erzeugt habe.

Um dieſe Unregelmäſsigkeiten zu vermindern, ſtellte Graf Rumford noch den 25ſten, 26ſten und 27ſten Verſuch an, ganz auf die vorige Art, nur mit dem Unterſchiede, daſs er, ehe das heiſse Waſſer aufgegoſſen wurde, eiskaltes Waſſer auf den Eiskuchen 0,478 Zoll hoch goſs, dann die kalten hölzernen Scheiben auflegte, und das heiſse Waſſer wie vorher darüber goſs. — Ich geſtehe es, daſs ich nicht begreife, warum die Vorſichten im 23ſten und 24ſten Verſuche nicht hinreichend waren, beſonders nach dem ſchon angeführten Verſuche mit dem Salzwaſſer, wo nicht einmahl ſo viel Vorſicht angewandt wurde. Noch weniger aber begreife

ich, wie die Dazwifchenkunft von 0,478 Zoll hoch eiskalten Waffers die Unregelmäſsigkeiten vermeidern foll. Nach der Meinung des Hrn. Grafen kommen die Unregelmäſsigkeiten daher, daſs das eiskalte Waffer des gefchmolzenen Eifes, während des Eingieſsens des heiſsen, mit dem heiſsen Waffer Strömungen erregte, welche den eigentlich fchmelzenden Strömungen, die der Unterfchied der Temperatur von 32° und 40° erzeugte, ftörten. Werden denn nun, da man fogleich eiskaltes Waffer auflegt, die ftörenden Strömungen nicht Statt finden? Wie gefagt, ich kann es nicht begreifen, wohl aber begreife ich, daſs diefe eiskalte Wafferfchicht zwifchen dem heiſsen Waffer und dem Eife die Wirkung des erftern oder die Schmelzung fehr fchwächen muſs. Dennoch legt Graf Rumford diefen Verfuch zum Grunde feiner Berechnungen, und vergleicht die erhaltenen Refultate mit andern Verfuchen mit kaltem Waffer, wo der Umftand der eiskalten Wafferfchicht nicht Statt fand. Indeſs drückt ihn das Bewuſstfeyn diefes Fehlers, und er macht ihn hernach gut, doch nur halb, wovon nachher gefprochen werden foll. Es fchmolzen in

Verfuch 25 in 10 Minuten 580 Gran,
in Verfuch 26 in 30 — 914 Gran,
in Verfuch 27 in 180 — 3200 Gran Eis.

Man vergleiche die 580 Gran in 10 Minuten mit den 423 Gran, die im 23ften Verfuche in 1 Minute fchmolzen, und lege fich aufrichtig die Frage vor, ob die kleinen Unregelmäſsigkeiten, angenommen,

dafs hier mehrere verhütet worden wären, als dort, einen folchen Unterfchied erzeugen können, oder ob diefer ungeheure Unterfchied nicht der dazwifchen befindlichen eiskalten Wafferfchicht zuzufchreiben ift. Indefs berechnet Graf **Rumford** Seite 87 und 88, und zwar mit Grund, dafs, nachdem die fo genannten Unregelmäfsigkeiten aufgehört hatten, *eine regelmäfsige Schmelzung eintrat*, die hier durch heifses Waffer von etwa 190° von 10 Minuten zu 10 Minuten 152 Gran beträgt.

Nun kommt eine Reihe von ähnlichen Verfuchen, 28 bis 33, mit Waffer von 41° F., *doch ohne Zwifchenfchichten von eiskaltem Waffer*, weil der Graf glaubte, dafs hier keine Unregelmäfsigkeiten Statt finden konnten. — Und die Refultate find allerdings auffallend. Denn es zeigt fich *gleichfalls, nach Elimination einiger dennoch eingetretenen Unregelmäfsigkeiten*, dafs die mittlere Schmelzung in 10 Minuten 189½ Gran ausmache. Folglich, fchliefst Graf **Rumford**, beweifen diefe Verfuche, *dafs Waffer von 41° Temperatur nicht nur fo viel, fondern fogar mehr Eis fchmelzt, als eine gleiche Quantität beinahe fiedenden Waffers.*

Da nun aber der Beweis von der nicht-leitenden Kraft des Waffers darauf beruht, dafs kaltes Waffer eben fo viel Eis fchmelze als warmes, fo foll jener Satz durch das Refultat mehr als bewiefen feyn, und der gefundene Ueberfchufs der Schmelzung zum Vortheile des kalten Waffers foll

auch ſogar aus dem Satze der Nichtleitung erklärbar ſeyn.

Ich für meinen Theil geſtehe, daſs, ſo ſehr ich mich in dieſe Materie eingearbeitet habe, ich bei allem möglichen Kehren und Wenden des Satzes der Nichtleitung, ſchlechterdings nichts finde, was dieſe Erklärung zuwege brächte. Dieſe Erklärung wäre uns der Herr Graf zu geben ſchuldig geweſen; denn es wird ihm wohl bekannt ſeyn, daſs, wer mehr beweiſet, als er beweiſen will, wider ſich beweiſe. Dieſer Umſtand war nicht zu überſehen. — Ich will dieſe Mühe übernehmen, und zwar die Verſüche des Herrn Grafen als einzige Quelle benutzen.

Der Herr Graf hatte, wie geſagt, den Vorwurf voraus gefühlt, daſs die Verſuche, die er zur Fundamentalvergleichung gewählt hatte, durch den weſentlichen Umſtand der eiskalten Waſſerſchicht ſich unterſcheiden. Er ſtellt alſo noch 2 Verſuche an, 37 und 38, mit Waſſer von 41°, übrigens ganz unter den Bedingungen der Verſuche mit heiſsem Waſſer. Und er bekommt neue Reſultate: die Schmelzung im 37ſten Verſuche betrug in 30′ 592 Gran, im 38ſten in 30′ 676 Gran. Davon iſt das Mittel 634 Gran in 30 Minuten. Das Mittel der vorher gehenden Verſuche war 601 Gran in 30 Minuten, nämlich vor der Correction für die ſo genannten Unregelmäſsigkeiten. Mithin finden wir hier einen Unterſchied von 33 Gran, welches die eiskalte Waſſerſchicht bei dem geringen Unterſchiede

von 32° zu 41° bewirkt hatte. Wie viel gröſser muſs er nicht bei dem Unterſchiede von 32° zu 190° geweſen ſeyn! Noch mehr: Addirt man dieſen Unterſchied von 33 Gran zu den gefundenen 152 Gran als mittlerer Schmelzung mit heiſsem Waſſer, ſo kommen 185 Gran heraus, alſo nur um $4\frac{1}{2}$ Gran weniger, als die gefundene Schmelzung durch kaltes Waſſer. Da nun aber im Verlaufe dieſer Verſuche noch viel gröſsere Fehler vorkommen, ſo müſſen wir dieſen Unterſchied von $4\frac{1}{2}$ Gran durchaus der unvermeidlichen Unvollkommenheit ſolcher Verſuche zuſchreiben, ſo daſs man demnach den Satz aufſtellen kann, daſs die von Graf Rumford gefundenen *regelmäſsigen Schmelzungen durch kaltes und warmes Waſſer einander gleich ſind.* Und ſo hätte ich die Hypotheſe des Grafen Rumford von dem obigen Vorwurfe, daſs ſeine Verſuche mehr beweiſen, als ſie beweiſen ſollen, gerettet.

Aber habe ich auch dieſe Hypotheſe dadurch *erwieſen?* Weit davon! Gerade dieſer ſo mühſam errungene Satz von der Gleichheit der Schmelzung, der alles für die Hypotheſe zu ſeyn ſcheint, wird eher ihren Sturz als ihre Unterſtützung bewirken.

Zuerſt müſſen wir beſtimmt ausmachen, was die ſo genannten Unregelmäſsigkeiten eigentlich ſind, welche Graf Rumford glaubt in den Berechnungen ſeiner Verſuche ſo ſorgfältig eliminiren zu müſſen. Wenn man alle ſeine Verſuche mit der

größsten Wahrheitsliebe in dieser Hinsicht überschauet, so sagen sie am Ende nichts anderes, als dass die Schmelzung anfangs viel schneller gehe, als später; dass der Unterschied in der Geschwindigkeit der Schmelzung geringer ist, wenn man eine eiskalte Wasserschicht zwischen das Eis und das warme Wasser legt; und dass nach einer gewissen Zeit eine völlige Gleichförmigkeit in der Schmelzung Statt findet. Angenommen nun, wir wüssten nichts von den Ideen des Grafen Rumford, so würde niemand etwas besonderes darin finden, dass siedendes Wasser in Berührung mit Eis anfangs mehr schmelze, als später. Anfangs wirkte das Wasser mit seinen 212° Wärme; es schmelzt Eis; dieses Schmelzen bewirkt, wie man weiss, eine beträchtliche Verschluckung des Wärmestoffs; das Wasser fliesst unter 32°; mithin bildet sich unterhalb, unmittelbar auf dem Eise, eine Schicht eiskalten Wassers. Ueber diese nimmt die Temperatur allmählig zu, nach irgend einem Gesetze, welches noch durch die von der äussern Luft bewirkte Erkältung und vorzüglich durch die Ausdunstung modificirt wird. Die Beobachtung, welche er, (16ter Versuch,) in den verschiedenen Höhen seines Wassergefässes angestellt hat, bestätigen diesen Satz. Mithin kommen die Leitung und Nichtleitungsfähigkeit des Wassers hier in gar keine Betrachtung. Nun aber sagt uns Graf Rumford, dass diese Progression der Temperaturen der Wasserschichten vom Eise an nicht stets steigend ist; dass alle Schichten

unter 40° specifisch leich[t] ... sind, als durch
müssen, und dass de[r] ... Man stelle sich das
der Anfang zweier ... eines Versuches vor,
bis zum Eise, di[e] ... das heiße Wasser dar-
würde, wenn i[n] ... die ganze Wasserportion in
nicht die bes[t] ... horizontale Schichten getheilt,
che eigent[l] ... von $\frac{1}{1000}$'' oder noch kleiner. Bei
für diese ... theilt die unterste von ihrer Wärme
17ten ... und es entsteht eine Schicht von
order ... der Temperatur 32° F. oder 0° R. Die
dor ... warme Wasserschicht hat einen Theil ihrer
fr ... Temperatur dazu abgegeben. Da sie die nächste
über ihr berührt, so enthält sie wieder von ihr
nach dem Richmannischen Gesetze einen Theil ih-
rer Wärme, wodurch diese also kälter wird. Die
nächste höher liegende giebt ihr wieder von ihrer
Temperatur, und so geht es fort, bis zur höchsten
Schicht. Würde nun unten kein neuer Wechsel von Temperatur entstehen, so wäre die Reihe der Temperaturen von unten herauf eine steigende geometrische Progression, zu deren jedem Gliede man eine constante Zahl addirt. Allein es dauert der Wechsel der Temperaturen unterhalb immer fort. Betrachten wir nun die Zeitmomente einzeln, so ists gewiss, dass, indess in der ersten Reihe die zweite Schicht ihre Wärme abgiebt, die unterste warme Schicht wieder einigen Verlust leidet; diese hat also zwei Mahl verloren, indess die zweite Schicht nur Ein Mahl verloren hat. Im 3ten Augenblicke verliert die unterste Schicht zum dritten

Statt gefunden hätte, er, der uns ſo manche ähnliche Bemerkungen mitgetheilt hat.

Der Umſtand, daſs das Thermometer ganz nahe am Eiſe in Waſſer geſenkt, beſtändig auf 40° wies, iſt ein neuer Beweis für die ununterbrochene Progreſſion der Temperaturgrade von unten herauf. Denn die Thermometerkugel hat ja eine angebliche Dicke. Diejenigen, die Graf Rumford weiterhin braucht, hatten $\frac{1}{2}''$ Durchmeſſer. Waren dieſe gleich groſs, ſo erhielten ſie die Temperatur von verſchiedenen Schichten, welche zuſammen $\frac{1}{2}$ Zoll hoch waren. Da nun gleich $\frac{1}{2}$ Zoll höher, die Schichten ſchon 76° anzeigen, (Seite 64,) wird man ſich wundern, daſs die Kugel in Berührung mit dem Eiſe nicht 32°, ſondern 40° angab? Vielmehr, wenn man z. B. die unterſten Schichten, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch vom Eiſe an gerechnet, zwiſchen 32 und 40 Temperatur, unter einander ſtrömen läſst, ohne Mittheilung der Wärme von oben her, ſo kann das Thermometer ja nicht 40° und nicht 32°, ſondern *muſs* 36° angeben. Da es aber nicht ſo iſt, ſo beweiſet das offenbar, daſs dieſe Strömung *in dieſen Verſuchen* nicht Statt findet. Da überdies dieſe Behauptung mit dem Verſuche des Waſſers und Salzwaſſers vollkommen überein ſtimmt, ſo iſt kein Grund da, ſie nicht anzunehmen.

Aber es ſteht uns noch der ſcheinbar rieſenmäſsige Grund, nämlich der Erfahrungsſatz, daſs nach einiger Zeit die Schmelzungen durch ſie-

dendes Waſſer nicht beträchtlicher ſind, als durch Waſſer von 40° F., entgegen. Man ſtelle ſich das Rumfordiſche Gefäſs zu Anfang eines Verſuches vor, nämlich den Eiskuchen unten, das heiſse Waſſer darüber. Man denke ſich die ganze Waſſerportion in ſehr kleine gleiche horizontale Schichten getheilt, etwa von der Dicke von $\frac{1}{1000}$'' oder noch kleiner. Bei der Berührung theilt die unterſte von ihrer Wärme dem Eiſe mit, und es entſteht eine Schicht von Waſſer von der Temperatur 32° F. oder 0° R. Die unterſte warme Waſſerſchicht hat einen Theil ihrer Temperatur dazu abgegeben. Da ſie die nächſte über ihr berührt, ſo enthält ſie wieder von ihr nach dem Richmanniſchen Geſetze einen Theil ihrer Wärme, wodurch dieſe alſo kälter wird. Die nächſte höher liegende giebt ihr wieder von ihrer Temperatur, und ſo geht es fort, bis zur höchſten Schicht. Würde nun unten kein neuer Wechſel von Temperatur entſtehen, ſo wäre die Reihe der Temperaturen von unten herauf eine ſteigende geometriſche Progreſſion, zu deren jedem Gliede man eine conſtante Zahl addirt. Allein es dauert der Wechſel der Temperaturen unterhalb immer fort. Betrachten wir nun die Zeitmomente einzeln, ſo iſts gewiſs, daſs, indeſs in der erſten Reihe die zweite Schicht ihre Wärme abgiebt, die unterſte warme Schicht wieder einigen Verluſt leidet; dieſe hat alſo zwei Mahl verloren, indeſs die zweite Schicht nur Ein Mahl verloren hat. Im 3ten Augenblicke verliert die unterſte Schicht zum dritten

Mahle, die zweite zum zweiten Mahle, die dritte zum ersten Mahle. Im vierten Augenblicke verliert die unterste Schicht zum vierten Mahle, die zweite zum dritten Mahle, die dritte zum zweiten Mahle, die vierte zum ersten Mahle. Wären nun die einzelnen Verluste gleich, oder auch nur in arithmetischer Progression, so würden die Temperaturen eine arithmetische Progression bilden. Statt dessen aber bilden sie eine andere Reihe, die für jeden Augenblick zwar ihre Glieder ändert, aber immer nach demselben Gesetze.

Aus dieser Betrachtung folgt, daſs das untere Wasser viel schneller seine Temperatur verlieren müsse, als das obere; daſs die Menge des geschmolzenen Eises anfangs sehr stark, später aber viel geringer seyn, und daſs nach einiger Zeit die Temperatur der untern Schichten, das geschmolzene Wasser abgerechnet, sehr nahe am Frierpunkte kommen müsse.

Wir sind also in der Hypothese der Leitungsfähigkeit des Wassers berechtigt, anzunehmen, daſs in solchen Gefäſsen die Temperaturen von unten nach oben *nach einem gewissen Gesetze* zunehmen.*) Es sey nun *A*, (Fig. 1, Taf. III,) der Eiskuchen mit den Wasserschichten über ihm; *ac* stelle die

*) Daſs man dieses Gesetz nicht durch Beobachtung völlig bestätigt findet, daran hat die anderweitige Erkältung durch die Wände des Gefäſses und durch die Ausdunstung die Schuld. *P.*

gleichförmige Temperatur vor, welche das Waſſer im erſten Augenblicke des Eingieſsens hatte, ſo giebt es gewiſs eine Zeit, wo die eigenthümlichen Temperaturen der Schichten als Semiordinaten aufgetragen, eine krumme Linie, wie etwa cb, bilden werden, wo nur die höchſte Schicht die urſprüngliche Temperatur hat.

Nun denke man ſich einen andern ähnlichen Apparat, wo aber die höchſte Temperatur des Waſſers durch ac' ausgedruckt werde; die Curve der Temperatur wird $c'b$ ſeyn. Hier theilt ſich die Wärme nach den nämlichen Geſetzen als im andern Gefäſse, obſchon die Temperaturen kleiner ſind. Denn die Mittheilung der Wärme hängt nicht von der abſoluten Temperatur, ſondern *von dem Unterſchiede der Temperatur von einer Schicht zur andern* ab; ein Unterſchied, der die Hauptfunction des Ausdrucks für die Curven cb, $c'b$ liefert. Es muſs alſo in dem Gefäſse mit der kleinen Temperatur die Wärme von der obern Schicht eben ſo ſchnell herunter ſteigen, als im Gefäſse der gröſsern Temperatur, wenn die Curve die oberſte Schicht erreicht haben wird. Noch mehr, wenn das geſchehen ſeyn wird, müſſen immer gleiche Antheile Wärme in verſchiedenen Zeiten abgeſetzt werden, weil nun alle Schichten wirken; welches die Erfahrungen des Grafen Rumford beſtätigen, vermöge deren er dieſe Gleichförmigkeit ſtatuirt. Oder gehen wir den umgekehrten Weg, aus dieſem Erfahrungsſatze aus, ſo können wir ſagen, daſs nach einiger

Zeit die Curve *bc* des grofsen Gefäfses fich in die Curve *bc'* endlich verwandeln mufs. Da aber, der Beobachtung zu Folge, die Produkte an Schmelzung, das heifst die Menge der abgefetzten Wärme, gleich find; fo ift es gleich viel, ob man anfänglich nur eine kleine oder eine grofse Temperatur hatte.

Der Satz alfo des Grafen Rumford, dafs heifses Waffer *nach einiger Zeit*, (das heifst, bis unfre Curve gebildet ift, oder bis alle Wafferfchichten in die Mittheilungsfphäre kommen,) nicht mehr Eis fchmelze, als kaltes, folgt fehr natürlich aus dem Satze der Leitungsfähigkeit des Waffers, und ift alfo, da diefe Erklärung das beobachtete Gefetz der Gleichheit der Schmelzung in verfchiedenen Zeiten involvirt, ein Beweis für die Lehre der Leitungsfähigkeit.

Nun wollen wir das ganze Phänomen in der Rumfordifchen Hypothefe betrachten, und zwar zu Anfang über alle Schwierigkeiten weghüpfen, fo fehr ich gezeigt habe, dafs es ein gewaltiger Sprung ift. Wir wollen annehmen, die Zeit fey da, dafs die Schmelzungen regulär find. Nach der Vorftellungsart des Grafen Rumford findet im unterften Theile des Waffers zwifchen 32° F. und 40° F. eine beftändige Strömung der Wafferfchichten Statt. Aber wie foll fie Statt finden? Das eiskalte Waffer wollen wir allenfalls bis zur Schicht, die etwa 41° hat, herauf kommen laffen. Ift fie da, fo mufs fie vermöge ihres Gewichts da bleiben. Wie geht denn der Durchgang der Wär-

daſs hier mehrere verhütet worden wären, als dort, einen ſolchen Unterſchied erzeugen können, oder ob dieſer ungeheure Unterſchied nicht der dazwiſchen befindlichen eiskalten Waſſerſchicht zuzuſchreiben iſt. Indeſs berechnet Graf Rumford Seite 87 und 88, und zwar mit Grund, daſs, nachdem die ſo genannten Unregelmäſsigkeiten aufgehört hatten, *eine regelmäſsige Schmelzung eintrat*, die hier durch heiſses Waſſer von etwa 190° von 10 Minuten zu 10 Minuten 152 Gran beträgt.

Nun kommt eine Reihe von ähnlichen Verſuchen, 28 bis 33, mit Waſſer von 41° F., *doch ohne Zwiſchenſchichten von eiskaltem Waſſer*, weil der Graf glaubte, daſs hier keine Unregelmäſsigkeiten Statt finden konnten. — Und die Reſultate ſind allerdings auffallend. Denn es zeigt ſich *gleichfalls, nach Elimination einiger dennoch eingetretenen Unregelmäſsigkeiten*, daſs die mittlere Schmelzung in 10 Minuten 189½ Gran ausmache. Folglich, ſchlieſst Graf Rumford, beweiſen dieſe Verſuche, *daſs Waſſer von 41° Temperatur nicht nur ſo viel, ſondern ſogar mehr Eis ſchmelzt, als eine gleiche Quantität beinahe ſiedenden Waſſers*.

Da nun aber der Beweis von der nicht-leitenden Kraft des Waſſers darauf beruht, daſs kaltes Waſſer eben ſo viel Eis ſchmelze als warmes, ſo ſoll jener Satz durch das Reſultat mehr als bewieſen ſeyn, und der gefundene Ueberſchuſs der Schmelzung zum Vortheile des kalten Waſſers ſoll

habe jede merkliche Erkältung verhütet.) In allen andern entſtanden durch die äuſsere kalte Temperatur Strömungen durch die erkalteten Theile, welche ſich ſenkten. Dadurch wurde die Ordnung der Schichten geſtört, und es bildeten ſich jeden Augenblick unterhalb neue kalte Schichten, welche im kleinen die nämliche Wirkung thun muſsten, als die Schicht von 0,478 der Verſuche 25, 26, 27, nämlich Verzögerung des Schmelzungsprozeſſes. Allein ſo gern ich mich hier der Strömungen als eines Erfahrungsſatzes zur Erklärung bediene, ſo wenig ſteht dieſes Phänomen mit der Nichtleitung der Flüſſigkeiten in Verbindung. Ich möchte nicht, daſs man auf den Gedanken komme, daſs ich das Phänomen der Strömungen verwerfe, weil ich es in der zweideutigen Geſellſchaft einer ungegründeten Hypotheſe fand. Ich wiederhohle es ſehr gern, daſs ſich Graf Rumford um die Phyſik verdient gemacht hat, als er uns auf dieſes Phänomen im Waſſer ſo ſehr aufmerkſam machte. *)

Noch kommen Seite 105 4 Verſuche vor, welche erweiſen ſollen, daſs bei mittlern Temperaturen zwiſchen heiſsem und kaltem Waſſer die Schmelzung gröſser iſt, wenn die äuſsere Lufttemperatur geringer iſt. Allein abgerechnet, daſs dieſer Widerſpruch mit frühern Zahlreihen nicht das mindeſte für die Rumfordiſche Hypotheſe beweiſt, ſo ſieht man es gleich den Reſultaten an,

*) Man vergl. oben S. 269, Anm. *d. H.*

dafs diefe Verfuche mit weniger Sorgfalt angeftellt find, als ihre Vorgänger.

Das zweite Kapitel fchliefst fich mit einer fehr fummarifchen Ueberficht des Ganzen; da fie aber nichts neues enthält, fo glaube ich auch hier fchliefsen zu dürfen.

Hiermit habe ich bei weitem den fchwerften Theil meiner Arbeit vollendet. Die folgenden Kapitel werden leichtere Unterfuchungen veranlaffen.

Das *dritte Kapitel*, [*Annalen*, I, 436,] enthält lauter Anwendungen der Rumfordifchen Hypothefe auf Naturgegenftände, befonders in Hinficht auf Endurfachen betrachtet. Da der Zweck meiner Abhandlung blofs die Prüfung der Hypothefe ift, fo glaube ich diefes ganze Kapitel füglich übergehen zu können, um fo mehr, da der Herr Verfaffer hier den ftrengen phyfikalifchen Gang nicht wandelt, den er in den vorher gehenden Kapiteln ging. Habe ich bewiefen, dafs die Hypothefe der Nichtleitung der Flüffigkeit nicht haltbar ift, dafs vielmehr die Lehre der Leitungsfähigkeit in einem genauen und leicht fafslichen Zufammenhange mit den Verfuchen fteht, fo könnte es für die Lehre der Nichtleitungs- und wider die Lehre der Leitungsfähigkeit nichts beweifen, wenn man auch nach der letztern die grofsen Naturphänomene nicht ganz befriedigend erklären könnte. So hatte z. B. de Lüc fehr Unrecht, die Unmöglichkeit der Erklärung der meteorologifchen Phänomene aus den bisherigen Lehren der neuern Che-

mie als eine Einwendung gegen diefe Lehre zu brauchen. Denn als meine Entdeckung von der luftförmigen Auflöfung des Waffers in Sauerftoff-gas den Schleier wegzog, welcher noch damahls über der Meteorologie lag, fo zeigte es fich, dafs die neuere Chemie, anftatt dadurch erfchüttert zu werden, vielmehr neue Beftätigungen erhielt. Ich geftehe, dafs ich die vielen Phänomene, welche Graf Rumford zum Gegenftande diefes dritten Kapitels nimmt, noch nicht in Beziehung auf das Leitungsvermögen und die Gefetze der Leitung betrachtet habe; eine Arbeit, die wahrfcheinlich nicht in einem fo kurzen Kapitel fich wird abmachen laffen. Aber das Beifpiel der Erkaltung der Pflanzen, welches ich zufällig in diefer Abhandlung vornahm, giebt wenigftens die Hoffnung, dafs die Rumfordifche Hypothefe nicht brauchbarer als die alte Lehre feyn wird.

Nun komme ich zum *zweiten Theile des Effay* VII des Grafen Rumford, [*Annalen*, II, 249.] Im *erften Kapitel* kommt gleich ein Hauptverfuch, der 55fte, vor, von welchem der Verfaffer zum Beweife feiner Hypothefe fehr vieles hofft. Ich will feine eignen Worte wiederhohlen, um den Lefer zu überzeugen, dafs ich fo treu als möglich referire.

„Auf dem Boden eines langen cylindrifchen, 4½ Zoll weiten Glafes war eine Eisfcheibe von 3 Zoll Dicke angefroren, in deren Mitte eine, einen halben Zoll hohe Spitze oder Warze hervor ragte. Das Glas, das in einer irdenen Schüffel ftand und von aufsen bis 1 Zoll

über der Höhe der Eisſcheibe mit einer Miſchung aus zerſtoſsenem Eiſe und Waſſer umgeben war, wurde nahe am Fenſter auf einen Tiſch geſtellt; in einer Stube, deren Luft die Temperatur von 31° F. beſaſs, und nun wurde von feinem Olivenöhl, das man vorher bis zu 32° F. abgekühlt hatte, ſo viel in das Glas gegoſſen, bis es 3 Zoll hoch über der Oberfläche des Eiſes ſtand.

Darauf wurde ein in kochendem Waſſer bis zur Temperatur von 210° erwärmter maſſiver Cylinder aus Schmiedeeiſen, der 12 Zoll lang und $\frac{5}{4}$ Zoll dick war, und ſich vermittelſt eines Hakens ſenkrecht aufhängen lieſs, ſchnell in eine an ihn anpaſſende Scheide von Papier geſchoben; dieſe war nach oben und unten zu offen und ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll länger als der Cylinder, dem ſie zur Erhaltung der Wärme als eine Bekleidung diente. Der Cylinder wurde darauf an einem Drahte, der von der Decke der Stube herab hing, gerade über der Mitte des Glaſes aufgehängt und nach und nach ſehr langſam in das Oehl ſo weit herab gelaſſen, bis daſs der Mittelpunkt ſeiner glatten Grundfläche nur in einer Entfernung von $\frac{2}{10}$ Zoll, ſenkrecht über der coniſchen Eisſpitze ſchwebte; die papierne Scheide reichte noch um $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer hinab. Da das Oehl ſehr durchſichtig war und das Glas in einem günſtigen Lichte ſtand, ſo konnte die coniſche Eisſpitze ſehr deutlich geſehen werden, ſelbſt da noch, als der heiſse Cylinder in das Glas herab gelaſſen war. Hätte ſich irgend ein Theil der Wärme herabwärts durch die dünne Lage des flüſſigen Oehls verbreitet, die ſich zwiſchen der heiſsen Grundfläche des Eiſens und der Eisſpitze befand, ſo muſste ohne allen Zweifel dieſe Wärme durch die Schmelzung des Eiſes ſichtbar werden, die ſich ſicher durch die Verminderung der Höhe, oder durch eine Veränderung der Geſtalt der Eisſpitze offenbart hätte. Dies war aber nicht der Fall; die Eisſpitze wurde durch

das heiſse benachbarte Eiſen nicht im geringſten vermindert, noch ihre Geſtalt verändert. Uebrigens war, was ſich meine Leſer ohnehin denken werden, bei dem ſachten Herablaſſen des Cylinders in das Glas die gröſste Sorgfalt angewendet worden, das Oehl nicht in ſchwankende Bewegung zu bringen; eben ſo waren auch Vorkehrungen getroffen, wodurch der Cylinder in ſeiner gehörigen Stellung feſt und bewegungslos gehalten wurde. — Da, nach meiner Meinung, gegen dieſen Verſuch ſich nichts einwenden läſst, und das Reſultat ganz unzweideutig und entſcheidend iſt, ſo —"

Dieſe letzte Behauptung macht es mir zur Pflicht, dieſen Verſuch ſehr nahe zu beleuchten, noch mehr aber der wirkliche Anſchein einer Evidenz, den er giebt. Aber, um allem Streite vorzubeugen, werde ich anfangs bloſs im Sinne und mit den von dem Herrn Verfaſſer anerkannten Sätzen räſonniren.

Ich bemerke vorerſt, daſs die Zeit, während welcher der eiſerne Cylinder in Oehl geſenkt war, nicht angegeben iſt. Dieſer Umſtand iſt nicht gleichgültig, weil, wie man es aus einigen Verſuchen ſehen wird, die Zeit groſse Unterſchiede in dergleichen Phänomenen erzeugt. Ferner, der Ueberzug von Papier über dem Cylinder konnte die Strömung im Oehle um die Eisſpitze herum nicht ganz verhindern, wenn Veranlaſſung dazu da war, theils weil er nicht vollkommen an den Cylinder anſchlieſsen konnte, theils weil er nicht ſo tief reichte, als die Eisſpitze. Um dieſe Bedingung zu erfüllen, hätte er bis faſt auf den obern Theil der Eisfläche reichen müſſen, ohne ſie zu berühren,

und billig hätte Graf Rumford dieſer Forderung Genüge leiſten, und ſich lieber weniger um die Durchſichtigkeit bekümmern ſollen, indem man auf jeden Fall die Schmelzung nachher hätte beobachten können, wie es beim Queckſilber der Fall war. Dann konnte eine Glasröhre an die Stelle der papiernen Hülle genommen werden. Die Gröſse des eiſernen Cylinders iſt in dieſem Verſuche gleichgültig; folglich konnte ſie dem Caliber einer Glasröhre angepaſst werden. Iſt aber zu befürchten, daſs dieſe Röhre, indem ſie durch die Stangen erwärmt wurde, innere Strömungen erzeugte, welches ich übrigens der bekannten ſchwachen Leitungsfähigkeit des Glaſes wegen nicht glauben kann, ſo muſste jede Hülle wegbleiben. Denn iſt die papierne tief genug geſenkt, um die Strömungen, welche der ganze Cylinder erzeugt, zu verhindern, ſo reicht ſie auch tief genug, um ſelbſt welche zu erzeugen.

Wir wollen nun ſehen, welche Wirkungen in Hinſicht der Strömung das Einſenken des Cylinders überhaupt in der Oehlmaſſe erzeugen müſſe. Zuerſt wollen wir beſtimmen, wie tief der Cylinder darin ſteckt. Das Olivenöhl iſt 3″ hoch über die Eisfläche aufgegoſſen. Die Eisſpitze iſt $\frac{1}{2}$″ hoch, und der Cylinder reicht bis $\frac{2}{10}$″ von der Spitze; folglich beträgt die Höhe der Oehlſchicht, ehe der Cylinder eingetaucht wird, von einem Punkte $\frac{2}{10}$″ über der Eisſpitze an gerechnet, 2,3 Zoll. Setzen wir dieſe Höhe a, ferner die Tiefe, um wel-

che der Cylinder in das Olivenöhl eingetaucht ist, x, den Halbmesser des Gefäſses R, und den des Cylinders r; so muſs $\pi R^2 x - \pi r^2 x = \pi R^2 a$ seyn. Daraus ergiebt sich $x = \frac{R^2 a}{R^2 - r^2}$, und da $R = 2\frac{7}{8}$, $r = \frac{5}{8}$, $a = 2{,}3$ Zoll ist, $x = 2{,}474$ Zoll. Sollte nun diese namhafte Tiefe, um welche der vielleicht 200° F. warme Cylinder in Oehl getaucht wird, keine Strömungen erzeugen? — Allerdings, und wenn man ihren Gang verfolgt, so findet man, daſs die *unter* dem Cylinder und *um* denselben erwärmten Oehlschichten nothwendig in die Höhe steigen und durch kältere ersetzt werden müssen, auch angenommen, daſs die nächste $\frac{1}{10}''$ hohe Schicht unter dem Cylinder durch die Papierhülle von dieser Bewegung ausgeschlossen sey. Die nächsten darunter, welche die Eisspitze berühren, sind es gewiſs nicht; ja, ich möchte sogar behaupten, daſs die conische Form der Eisspitze dazu beiträgt, auch noch die innerhalb der Papierhülle liegende horizontale Schicht mit in diese Bewegung zu ziehen. Es findet sich also durch diese Strömung gerade die Eisspitze beständig von eiskalten Oehlschichten umgeben.

Ferner bedenke man, in welchem Verhältnisse die in Oehl tauchende Eisenmasse gegen die Oehlmasse stehe. Dieses Verhältniſs ist 0,936 : 15,87, also beinahe wie 1 : 17. Nun erwäge man ferner, daſs, wenn eine merkliche Schmelzung Statt finden soll, mehrere Grade Wärme in der schmelzenden Flüs-

ſigkeit erforderlich ſind; welches daraus beſonders erhellt, daſs Graf Rumforfd im folgenden Verſuche mit Queckſilber durch Auflegung ſeines gewiſs 80° F. warmen Fingers nach Abzug der Erkaltung im Queckſilber, doch nur eine kaum bemerkbare Schmelzung erzeugte.

Endlich erwäge man die Umſtände, unter welchen dieſe groſse Oehlmaſſe erwärmt werden ſollte. Sie ſtand erſtens auf einer Eisfläche, und war 1'' hoch von Eisſtücken und eiskaltem Waſſer umgeben, welche letztere alle Wärme, die ſich nach unten begeben wollte, verhindern muſste, und zwar nicht nur in der gewöhnlichen Lehre der Wärmeleitungsfähigkeit, ſondern auch, und beſonders, durch die Strömung. — Zweitens, woher kam die Wärme, welche ins Oehl treten ſollte? Aus dem Stücke des eiſernen Cylinders, das ins Oehl tauchte. Aber der ganze obere Theil, $9\frac{1}{2}''$ lang, war feucht, und ſtand in einem weiten Cylinder, in welchem eine beträchtliche Luftſtrömung Statt haben muſste. Dieſe und die Ausdunſtung des naſſen Eiſens, (welche durch die papierne Hülle nicht verhindert werden konnte,) erkälteten die obern Theile, die nicht das Oehl berührten, beträchtlich. War nun dieſe Erkältung gröſser, als die durch die Berührungen des Oehls, ſo konnte das Oehl nur ſehr wenig erwärmt werden, und es läſst ſich ſogar denken, ohne eine abſolute Leitungsunfähigkeit des Oehls voraus zu ſetzen, daſs dieſe Flüſſigkeit beinahe gar nicht erwärmt worden wäre, wenn man nur die Erkältung durch die Ausdunſtung und die

Luftströme, (und hier rechne ich noch gar nicht die Strahlung, um ganz im Rumfordischen Sinne zu argumentiren,) sehr beträchtlich gröſser wäre, als die durch das Oehl mögliche. Das Eisen ist nun einer der besten Leiter; folglich, wenn die Erkaltung in den obern Schichten gröſser ist, so muſs die Wärme sich eher dahin verbreiten, besonders in der Rumfordischen Theorie.

Diese Betrachtungen werden, hoffe ich, hinlänglich seyn, um zu beweisen, daſs dieser Versuch, auf welchen Graf Rumford so viel bauet, wenigstens keinen Beweis für seine Hypothese abgeben kann. Wollte ich in der Hypothese der Wärmeleitungsfähigkeit argumentiren, so könnte ich sagen, daſs die Nichtschmelzung der Eisspitze geradezu einen Beweis von der groſsen Leitungsfähigkeit des Oehls sey, indem die Wärme, welche in der schmalen Schicht zwischen dem eisernen Cylinder und der Eisspitze abgesetzt wurde, durch die umliegende Flüssigkeit so schnell fortgeleitet wurde, daſs das schlechter leitende Eis gar nichts davon erhielt. Und was dürfte man dawider einwenden? — Daſs ich die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit noch gar nicht direct erwiesen habe? Allerdings. Und deſshalb enthalte ich mich dieses und ähnlicher Raisonnements, bis ich diese Fähigkeit durch directe Versuche auſser Zweifel gesetzt haben werde. *)

*) Daſs in diesem und dem folgenden Versuche des Grafen Rumford Wärme durch das Oehl und Quecksilber wirklich herabwärts fortgeleitet werde,

Der 56ste Versuch ist eine buchstäbliche Wiederhohlung des vorher gehenden, nur dass hier Quecksilber anstatt Oehls gebraucht wurde. Und so gilt davon alles, was ich über den vorher gehenden gesagt habe. Ich könnte noch bemerken, dass die Nichterscheinung des Wassers auf der Oberfläche des Quecksilbers eben noch kein sonderlicher Beweis für das Nichtdaseyn desselben sey, indem das Quecksilber bekanntlich kleinere Theile Wasser enthalten oder fassen kann, ohne dass sie sogleich an die Oberfläche steigen. Doch, — ich fürchte, am Ende in zu kleine Details zu fallen. Das Vorhergehende ist zur Entkräftung der aus diesen Versuchen gezogenen Beweise hinlänglich.

Die Anwendungen, welche Graf Rumford von seiner Hypothese auf einige Naturphänomene und deren Erklärung macht, als: auf das Warmhalten der Thierhaare, der Federn der Vögel, des Schnees, übergehe ich für jetzt, da ich im zweiten Abschnitte dieser Abhandlung das Nöthige hierüber sagen werde, und wende mich zu dem wichtigen Punkte der *chemischen Verwandtschaften*, auf welche

haben vermittelst seiner Thermometer Thomson, (*Annalen*, XIV, 137 f.,) und besonders Murray, (*das.*, 158 f.,) dargethan, welcher den Versuch in Gefässen aus Eis wiederhohlte, um alle Unzuverlässigkeit wegen der Wärmeleitung in den Wänden des Gefässes zu entfernen.

d. H.

che der Graf feine Hypothefe gleichfalls ausdehnt, und über die er den Lehrfatz aufftellt, es gebe keine folchen Affinitäten, fondern alle dahin gehörende Phänomene feyen aus dem Phänomene der Strömung mechanifch zu erklären. Ich habe wahrlich oft genug gezeigt, dafs ich Freund der atomiftifchen und mechanifchen Vorftellungsarten bin, um dem Vorwurfe nicht ausgefetzt zu feyn, dafs, wenn ich chemifche Verwandtfchaften ftatuire, ich es aus Liebhaberei für dynamifche Hypothefen thue; es gefchieht, weil ich glaube, dafs die Gravitation, auf welche am Ende R. Hypothefe alle Phänomene der Verwandtfchaft reduciren würde, zur Erklärung durchaus nicht hinreicht. Zur Begründung diefes gigantifchen Wageftücks giebt uns Graf Rumford *einen* Verfuch, (Verfuch 57,) und erwartet es ruhig, dafs die Naturforfcher ihm auf diefer fchwachen Stütze in jenes Meer von bekannten und verborgenen Klippen folgen werden. „Wenn man," fagt er, „Salzwaffer unter gemeines etwas gefärbtes Waffer behutfam gebracht hat, fo dafs keine Strömungen entftehen, fo bleiben die beiden Waffer mehrere Tage lang, ohne fich zu mifchen, wenn in der ganzen Zeit keine Temperaturänderung vorgegangen ift, obfchon, wie bekannt, fie die fo genannte chemifche Verwandtfchaft äufsern follten." Beim Anblicke diefes Verfuches läfst man dem grofsen Scharffinne des Autors in Erfindung intereffanter Verfuche volle Gerechtigkeit widerfahren. Aber ich mufs nicht minder

das Unglück bedauern, daſs gerade dieſe ſchönen Verſuche Veranlaſſung zu einer Widerlegung ſeiner Hypotheſe geben. Enthält denn der vorliegende Verſuch den Beweis, daſs zwiſchen den Flüſſigkeiten keine Miſchung vorgegangen ſey? Läſst es ſich nicht denken, daſs das Salz in die obere Waſſerſchicht geſtiegen wäre, ohne daſs ihr Färbeſtoff herab gekommen? Dieſes muſs durch Verſuche abgemacht werden. Da ich aber dieſen Abſchnitt der Beleuchtung der Rumfordiſchen Verſuche und Schlüſſe ausſchlieſslich gewidmet, hingegen meine eignen Verſuche auf den folgenden aufgeſpart habe, ſo muſs ich hier davon abbrechen, und auf den zweiten Abſchnitt verweiſen.

Ich übergehe das *zweite Kapitel* dieſes Theils des Rumfordiſchen *Eſſays*, weil es nichts als Folgerungen aus den vorher gehenden enthält, wenigſtens nichts, das für oder wider die Haupthypotheſe etwas beweiſet.

Ich kann gleichfalls das *dritte Kapitel*, welches ſehr ſchöne Bemerkungen über die bemerkbare und unbemerkbare Wärme enthält, übergehen, (obſchon ich allerdings noch nicht, weder in der Sache ſelbſt, noch in der Vorſtellungsart, mit dem Herrn Verfaſſer völlig einverſtanden bin,) auch dieſes enthält keine neuen Beweiſe für die Haupthypotheſe. Ich kann aber dennoch eine Bemerkung nicht unterdrücken, nämlich, daſs Graf Rumford durch den allerdings wahren Satz, daſs in gewiſſen Subſtanzen zuweilen Grade von freier

Wärme vorhanden ſind, die aufs Thermometer nicht wirken, verleitet worden iſt, eine neue Erklärung nach der alten Art von den Phänomenen der *Ausdunſtung des Eiſes* zu geben, welche von jenem Satze hergenommen iſt. Um die Unzulänglichkeit dieſer Erklärung einzuſehen, darf man nur auf die Grundbedingung des angeführten Satzes, nämlich, daſs dieſe thätige Wärme nur in den Fällen fürs Thermometer unempfindbar iſt, wenn die Maſſe der Körper, in welchen ſie entwickelt wird, gegen die des Thermometers beinahe unendlich klein iſt, oder vielmehr, wenn die geringe Quantität der, wenn auch ſehr intenſiven, Wärme, die Temperatur der Maſſe des Thermometers um keine beträchtliche Gröſse zu erhöhen vermag. So iſt es begreiflich, daſs die Glühehitze eines ſehr kleinen Glaskügelchens die Temperatur einer Queckſilberkugel von ½ bis 1 Zoll Durchmeſſer nur um ſehr weniges erhöhen kann. — Allein findet hier, bei der Ausdunſtung des Eiſes, dieſer Fall Statt? können wir ſagen, daſs die Temperaturerhöhung, welche zur Verwendung einer namhaften Menge feſten Waſſers in den luftförmigen Zuſtand erforderlich wäre, wenn dieſe Formänderung einer freien Wärme unmittelbar zuzuſchreiben wäre, fürs Thermometer unfühlbar blieb, da doch die Temperaturerniedrigung, welche durch die Ausdunſtung erzeugt wird, fürs Thermometer fühlbar iſt? Ich läugne alſo geradezu, daſs die Ausdunſtung des Eiſes durch den freien Wärmeſtoff geſchehe, ſon-

dern, wie ich es in meiner *Theorie der Ausdunstung und des Niederschlags des Wassers in atmosphärischer Luft* erwiesen habe, eine blosse Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Wasser ist, wodurch dieses in den gasförmigen Zustand übergeht. Wenn das Eis durch den freien Wärmestoff ausdunstete, warum sieht man nie Dunst oder Dampf über dem Eise, so lange es friert? Wie kommt es, dass dieser active Wärmestoff, der dennoch fürs Thermometer unempfindbar ist, keinen Dampf, sondern Gas erzeugt, da man doch weiss, dass die höchsten Grade der Glühehitze das reine Wasser nie in Gas verwandeln konnten. Die Verwandlung des festen oder flüssigen Wassers in Gas hat also nicht den freien Wärmestoff des umgebenden Mittels, noch den seinigen, auch nicht den freien Lichtstoff, sondern den latenten Wärmestoff des Sauerstoffgas zur Ursache. *) Dieses sey nur im Vorbeigehen ge-

*) Es ist vielleicht nicht ganz am unrechten Orte, hier einer Einwendung zu begegnen, welche man aus der Vergleichung meiner Theorie der Ausdunstung mit meinem Lehrsatze von den Bedingungen der Acidation ziehen könnte. In der erstern habe ich nämlich erwiesen, dass das Oxygengas Wasser auflöst, und zwar unter jeder Temperatur. Ist nun das Wasser in fester Gestalt, so könnte man mich fragen, warum hier keine Säure entstehe, da doch die Bedingung zur Acidation vorhanden sey. Darauf antworte ich, dass das Wasser eigentlich kein oxydirbarer, sondern ein oxydirter Stoff sey; dass, obschon es einer grössern Oxydation fä-

fagt, um zu zeigen, dafs ich allen Theilen der Rumfordifchen Abhandlung alle mögliche Aufmerkfamkeit gewidmet habe.

hig fey, wie meine Entdeckungen im Galvanismus zeigen, dennoch jede Ueberoxydation nur eine lockere Verbindung fey, etwa wie die Ueberacidation der Salzfäure; dafs das Waffer fich wirklich als fchon oxydirt und nicht als oxydirbare Subftanz hier zeige, folge daraus fchon, dafs keine Zerfetzung deffelben in dem Prozeffe der Ausdünftung voraus vorgehe, wie es immer der Fall in andern Prozeffen ift, wo eine wahre Oxydation oder Acidation gefchieht. Nur in fo fern nehme ich die in der Theorie der Ausdunftung aufgeftellte Behauptung, zu welcher ich durch Analogieen verleitet wurde, zurück, dafs die hier in der Ausdunftung vorgehende Operation eine Oxydation des Waffers fey. Es ift eine blofse Gazification. Und dafs diefe durch den latenten Wärmeftoff des Oxygengas gefchieht, das deutet wiederum darauf, dafs das Waffer hier nicht als oxydirbare Subftanz wirkt, da ich in meiner Theorie der Wafferzerfetzung durch die Galvani'fche Electricität es höchft wahrfcheinlich gemacht habe, dafs der expandirende imponderable Stoff für die oxydirbare Subftanz nicht der latente Wärmeftoff, fondern der latente Lichtftoff fey; eine Meinung, die meine letzten Entdeckungen über den Phosphor fehr unterftützen. Indefs läugne ich nicht, dafs diejenige Verbindung des Oxygengas mit Waffer, wodurch letzteres die Gasform erhält, vielleicht ein Anfang von Acidation ift, und daraus läfst fich dann die grofse Leichtigkeit erklären, wo

Das *vierte Kapitel*, (*Annalen*, II, 278 f.,) ist an hierher gehörigen Versuchen leider sehr reichhaltig. So leicht ihre Widerlegung ist, so ist es doch Pflicht, sie einzeln durchzugehen.

Im erstern wird ein 6″ langer Thermometercylinder, der mit einer Thermometerröhre mit Scale versehen ist, bei einer mittlern Lufttemperatur *zum Theil* in Eis gesetzt, und hier zeigte er dass nur ein Theil des enthaltenen Quecksilbers den Frierpunkt des Wassers erreichte. Allein dieser Versuch ist unzulänglich, weil die Dauer desselben nicht angegeben ist, auch nicht, ob der Stand des Quecksilbers in der obern Röhre beständig derselbe geblieben sey, so lange die atmosphärische Luft gleiche Temperatur hatte. Dieses musste schlechterdings seyn, wenn der Versuch einige Beweiskraft für die Nichtleitung haben sollte. Und auch dann wäre der Beweis nicht einmahl vollständig.

Den zweiten Versuch, durch welchen Graf Rumford Wasser über Eis in einer 45° geneigten

mit Metalle in feuchter Luft rosten. Hier eröffnet sich ein neues Feld von interessanten Versuchen und Forschungen, welche vielleicht uns die Ursache aufschliessen werden, warum Wasser bei allen Verbindungen des Oxygens mit den verwandten Grundlagen gegenwärtig seyn müsse; ein Phänomen, das zwar schon lange bekannt ist, dessen Ursache aber ein Gegenstand der Untersuchung wurde. Gewiss ist es, dass man mit Wasserzersetzungsprozessen, womit man, seit die franz. Chemie die herrschende wurde, so freigebig ist, nicht ausreichen wird. *Parrot.*

Röhre an einem Lichte zum Sieden brachte, und das zwar unmittelbar über der Eisfläche, würde ich gar nicht verstehen, wenn ich des Grafen Hypothese annähme. Auch mit der entgegen gesetzten verstehe ich nicht viel davon. Denn wo bleibt die Wirkung der Strömungen, des sonst so sehr gebrauchten *Deus ex machina.* Auf jeden Fall scheinen mir wesentliche Umstände in der Beschreibung des Versuchs zu mangeln.

Daſs eine glühende Kugel nicht so viel Hitze durch Luft und Wasser schicken konnte, um ein darunter liegendes Thermometer stark zu afficiren, da hingegen das Thermometer in bloſser Luft stark davon afficirt wurde, werde ich im zweiten Abschnitte erklären. Hier ist kein Beweis für die Rumfordische Hypothese.

Der folgende Versuch des Grafen scheint mir ein vollständiger Beweis wider seine Theorie zu seyn. Eine $1\frac{1}{2}$zöllige glühende Kugel schmelzt hier in einer horizontalen Eisscheibe und in einer Entfernung von $\frac{2}{10}$ Zoll, in das Eis ein Becken von 2″ bis 3″ Durchmesser. Wenn nun die Luft kein Leiter wäre, das heiſst, die Wärme nicht durchlieſse, wie entstünde die Schmelzung im Eise? Hat Graf Rumford die Nichtschmelzung in den frühern Versuchen als Beweis von der Nichtleitungsfähigkeit des Wassers benutzt, so kann ich mit weit mehrerm Rechte die hier erfolgte Schmelzung als einen Beweis für die Leitungsfähigkeit der Luft anführen.

Dafs im folgenden Verfuche, wo das am Talge gefchah, was oben am Eife gefchehen war, eine Erhöhung von feftem Talge in dem Becken voll flüffigen Talgs ftehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil diefes Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umftande herrührt. Diefe Erfcheinung ift wahrfcheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem fo allgemeinen Naturgefetze folgte, es auch beim gefchmolzenen Eife hätte Statt haben müffen.

Ich übergehe Verfuch 54 und 55, weil fie in keinem Zufammenhange mit meinem Hauptgefichtspunkte ftehen. — Verfuch 56 beweifet wieder das Gegentheil der Rumfordifchen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrornes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer einen Theil des feften Oehls gefchmelzt hatte, fand es fich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus fchliefst Graf Rumford, dafs diefe Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glafes zuzufchreiben war. Ich will nicht alle Unwahrfcheinlichkeiten, die in diefem der Wärme vorgefchriebenen Wege enthalten find, erwähnen, befonders, da ich über das Leitungsvermögen des Glafes etwas beftimmtes zu fagen Gelegenheit haben werde, fondern nur

auf den Umſtand aufmerkſam machen, daſs, wenn die Schmelzung vom Glaſe, und zwar bloſs vom Glaſe herrührte, ſie an den Rändern, (in allen möglichen Hypotheſen,) gröſser, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt ſeyn müſste.

So weit der *ſiebente Eſſay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüſſigkeiten. In dem *achten Eſſay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfaſſer zur Prüfung anderer Subſtanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erſte Kapitel betrifft noch immer Flüſſigkeiten, beſonders atmoſphäriſche Luft von verſchiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'ſche Leere. Es läſst noch ein tiefes Dunkel über dieſe Materie übrig. Der Herr Verfaſſer z. B glaubt aus ſeinen Verſuchen ſchlieſsen zu müſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft ein ſchlechterer Wärmeleiter ſey, als die Leere. Allein drei Verſuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigſtens, daſs wir die Reſultate der vorher gehenden noch nicht verſtehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verſchiedenheiten in dieſen Hinderniſſen beobachtet worden ſeyn müſsten, welche nach irgend einem Geſetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Verſuchen, wo die Dichtigkeiten ſehr verſchieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner ſchreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine gröſsere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Verfuche, wo das am Talge gefchah, was oben am Eife gefchehen war, eine Erhöhung von feftem Talge in dem Becken voll flüffigen Talgs ftehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil diefes Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umftande herrührt. Diefe Erfcheinung ift wahrfcheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem fo allgemeinen Naturgefetze folgte, es auch beim gefchmolzenen Eife hätte Statt haben müffen.

Ich übergehe Verfuch 54 und 55, weil fie in keinem Zufammenhange mit meinem Hauptgefichtspunkte ftehen. — Verfuch 56 beweifet wieder das Gegentheil der Rumfordifchen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrornes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer einen Theil des feften Oehls gefchmelzt hatte, fand es fich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus fchliefst Graf Rumford, dafs diefe Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glafes zuzufchreiben war. Ich will nicht alle Unwahrfcheinlichkeiten, die in diefem der Wärme vorgefchriebenen Wege enthalten find, erwähnen, befonders, da ich über das Leitungsvermögen des Glafes etwas beftimmtes zu fagen Gelegenheit haben werde, fondern nur

auf den Umſtand aufmerkſam machen, daſs, wenn die Schmelzung vom Glaſe, und zwar bloſs vom Glaſe herrührte, ſie an den Rändern, (in allen möglichen Hypotheſen,) gröſser, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt ſeyn müſste.

So weit der *ſiebente Eſſay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüſſigkeiten. In dem *achten Eſſay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfaſſer zur Prüfung anderer Subſtanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erſte Kapitel betrifft noch immer Flüſſigkeiten, beſonders atmoſphäriſche Luft von verſchiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'ſche Leere. Es läſst noch ein tiefes Dunkel über dieſe Materie übrig. Der Herr Verfaſſer z. B glaubt aus ſeinen Verſuchen ſchlieſsen zu müſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft ein ſchlechterer Wärmeleiter ſey, als die Leere. Allein drei Verſuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigſtens, daſs wir die Reſultate der vorher gehenden noch nicht verſtehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verſchiedenheiten in dieſen Hinderniſſen beobachtet worden ſeyn müſsten, welche nach irgend einem Geſetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Verſuchen, wo die Dichtigkeiten ſehr verſchieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner ſchreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine gröſsere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Verfuche, wo das am Talge gefchah, was oben am Eife gefchehen war, eine Erhöhung von feftem Talge in dem Becken voll flüffigen Talgs ftehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil diefes Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umftande herrührt. Diefe Erfcheinung ift wahrfcheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem fo allgemeinen Naturgefetze folgte, es auch beim gefchmolzenen Eife hätte Statt haben müffen.

Ich übergehe Verfuch 54 und 55, weil fie in keinem Zufammenhange mit meinem Hauptgefichtspunkte ftehen. — Verfuch 56 beweifet wieder das Gegentheil der Rumfordifchen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrornes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer einen Theil des feften Oehls gefchmelzt hatte, fand es fich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus fchliefst Graf Rumford, dafs diefe Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glafes zuzufchreiben war. Ich will nicht alle Unwahrfcheinlichkeiten, die in diefem der Wärme vorgefchriebenen Wege enthalten find, erwähnen, befonders, da ich über das Leitungsvermögen des Glafes etwas beftimmtes zu fagen Gelegenheit haben werde, fondern nur

auf den Umſtand aufmerkſam machen, daſs, wenn die Schmelzung vom Glaſe, und zwar bloſs vom Glaſe herrührte, ſie an den Rändern, (in allen möglichen Hypotheſen,) gröſser, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt ſeyn müſste.

So weit der *ſiebente Eſſay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüſſigkeiten. In dem *achten Eſſay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfaſſer zur Prüfung anderer Subſtanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erſte Kapitel betrifft noch immer Flüſſigkeiten, beſonders atmoſphäriſche Luft von verſchiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'ſche Leere. Es läſst noch ein tiefes Dunkel über dieſe Materie übrig. Der Herr Verfaſſer z. B glaubt aus ſeinen Verſuchen ſchlieſsen zu müſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft ein ſchlechterer Wärmeleiter ſey, als die Leere. Allein drei Verſuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigſtens, daſs wir die Reſultate der vorher gehenden noch nicht verſtehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verſchiedenheiten in dieſen Hinderniſſen beobachtet worden ſeyn müſsten, welche nach irgend einem Geſetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Verſuchen, wo die Dichtigkeiten ſehr verſchieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner ſchreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine gröſsere Leitungsfähigkeit als der trockenen

Dafs im folgenden Verfuche, wo das am Talge gefchah, was oben am Eife gefchehen war, eine Erhöhung von feftem Talge in dem Becken voll flüffigen Talgs ftehen blieb, weifs ich nicht befriedigend zu erklären, weil diefes Phänomen ganz gewifs von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umftande herrührt. Diefe Erfcheinung ift wahrfcheinlich nur zufällig und rührt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dafs, wenn das Phänomen aus einem fo allgemeinen Naturgefetze folgte, es auch beim gefchmolzenen Eife hätte Statt haben müffen.

Ich übergehe Verfuch 54 und 55, weil fie in keinem Zufammenhange mit meinem Hauptgefichtspunkte ftehen. — Verfuch 56 beweifet wieder das Gegentheil der Rumfordifchen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefrornes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer einen Theil des feften Oehls gefchmelzt hatte, fand es fich, dafs nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus fchliefst Graf Rumford, dafs diefe Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glafes zuzufchreiben war. Ich will nicht alle Unwahrfcheinlichkeiten, die in diefem der Wärme vorgefchriebenen Wege enthalten find, erwähnen, befonders, da ich über das Leitungsvermögen des Glafes etwas beftimmtes zu fagen Gelegenheit haben werde, fondern nur

auf den Umſtand aufmerkſam machen, daſs, wenn die Schmelzung vom Glaſe, und zwar bloſs vom Glaſe herrührte, ſie an den Rändern, (in allen möglichen Hypotheſen,) gröſser, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt ſeyn müſste.

So weit der *ſiebente Eſſay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüſſigkeiten. In dem *achten Eſſay*, [*Annalen*, V, 288 f.,] geht der Herr Verfaſſer zur Prüfung anderer Subſtanzen in Betracht ihrer Wärmeleitungsfähigkeit über. Das erſte Kapitel betrifft noch immer Flüſſigkeiten, beſonders atmoſphäriſche Luft von verſchiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricelli'ſche Leere. Es läſst noch ein tiefes Dunkel über dieſe Materie übrig. Der Herr Verfaſſer z. B glaubt aus ſeinen Verſuchen ſchlieſsen zu müſſen, daſs die atmoſphäriſche Luft ein ſchlechterer Wärmeleiter ſey, als die Leere. Allein drei Verſuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigſtens, daſs wir die Reſultate der vorher gehenden noch nicht verſtehen, in denen, im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Verſchiedenheiten in dieſen Hinderniſſen beobachtet worden ſeyn müſsten, welche nach irgend einem Geſetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Verſuchen, wo die Dichtigkeiten ſehr verſchieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner ſchreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine gröſsere Leitungsfähigkeit als der trockenen

zu, worin ihm die Verfuche **Pictet's** geradezu widerfprechen.

Im zweiten Kapitel diefes Effays liefert Gr. **Rumford** eine Reihe von fehr intereffanten und genauen Verfuchen über die Verminderung der Leitungsfähigkeit der Flüffigkeiten durch die Beimifchung fremder Stoffe. Diefe Verfuche und das dazu erfundene Paffagethermometer follten billig in unfre Vorlefungen übergehen, weil fie viele Phänomene direct erklären, welche fonft nur analogifch fich erklären liefsen. Aber auch hier bin ich nicht ganz mit dem fcharffinnigen Erfinder einerlei Meinung. Er fchreibt die Verzögerung in der Mittheilung der Wärme durch diefe Subftanzen blofs dem Hinderniffe zu, welches fie der innern Bewegung der Flüffigkeit entgegen ftellen. Dafs diefes allerdings eine Urfache mit zu dem Phänomene fey, ift wohl unläugbar, da es gewifs ift, dafs die innern Strömungen der Flüffigkeiten die Vertheilung der Wärme in den Fällen fehr befördert. Allein es ift nicht die einzige Art, wie diefe heterogenen Körperchen wirken; im zweiten Abfchnitte diefes Auffatzes werde ich die andern anzeigen.

Aus diefer Prüfung der Rumfordifchen Hypothefe, und der Verfuche und Schlufsfolgen, worauf fie fich gründen foll, folgt, dafs die Art von Mittheilung der Wärme in den Flüffigkeiten, welche fie als die einzige angiebt, allerdings Statt finde, und in vielen

Fällen den beträchtlichsten Antheil an den Phänomenen der Wärmeleitung habe, [vergl. S. 269,] aber auch, dass sie nicht die einzig mögliche sey, und ich glaube allerwenigstens erwiesen zu haben, dass alle Bemühungen des Grafen Rumford nicht hinreichen, um zu beweisen, dass die Flüssigkeiten, wenn keine Bewegung ihrer Theile Statt findet, die Wärme nicht fortleiten können. Dabei glaube ich, dass es nicht unzweckmässig ist, zu erinnern, dass alle Beweise des Grafen Rumford nicht zu den directen Beweisen gehören, indem er nie direct erwies, dass keine Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten Statt finde, sondern nur Phänomene beschrieb, die sich aus dem Satze der absoluten Nichtleitung erklären lassen. Da ich aber von ihnen bewiesen habe, dass sie sich alle eben so gut, ja sehr viele noch besser aus dem Satze der absoluten Leitung erklären lassen, so ist der Rumfordische Satz eine blosse Hypothese, und ich nahm vorzüglich auf diese Beweisart des Herrn Grafen Rücksicht, als ich seine Vorstellungsart anfangs eine Hypothese nannte.

Allein ich würde wenig für die Wissenschaft gethan zu haben glauben, wenn ich diese wichtige Materie in diesem Zustande der Zweideutigkeit liesse. Zwar habe ich allerdings mehr gethan, als bloss zu erweisen, dass die Hypothese der absoluten Leitung alles eben so gut erkläre, als die entgegen gesetzte, ich habe auch gleich anfangs gezeigt, dass die Hypothese der absoluten Nichtleitung überhaupt

einen Widerspruch enthalte, und diesen fortlaufenden Widerspruch in vielen der Rumfordischen Versuche selbst aufgedeckt, mithin dadurch, indirect wenigstens, die Wahrheit des Satzes der absoluten Leitung bewiesen. Allein ich gestehe, dass ich die Acten über diesen wichtigen Gegenstand nicht für geschlossen ansehen würde, wenn ich nicht *durch directe Versuche* den Beweis für den Satz der absoluten Leitungsfähigkeit führen könnte. Dieser Beweis nun und die Aufstellung eines neuen wichtigen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung sind der Gegenstand des zweiten Abschnitts dieser Abhandlung.

(Diesen im nächsten Stücke.)

II.

Ein seinen Stand aufzeichnendes Thermometer,

von

M. J. Chrichton. *)

Ich habe dieses Instrument vor kurzem erfunden, und beschreibe es hier auf Ersuchen mehrerer meiner Freunde. Es gründet sich auf die ungleiche Ausdehnbarkeit der verschiedenen Metalle durch Wärme. Das ganze Instrument ist ungefähr 13 Zoll lang. Fig. 1, Taf. IV, stellt es von vorn, Fig. 2 von der Seite gesehen vor; einerlei Buchstabe bedeutet in beiden Figuren dasselbe.

A ist eine 8 Zoll lange, 1 Zoll breite und ¼ Zoll dicke, aus Eisen und Zink zusammen gesetzte parallelepipedarische Stange. Die eine Seite derselben *BC* ist Eisen, die andere *DE* Zink. Das untere Ende derselben *I* ist auf dem Brete von Mahagonyholz *abcd* unbeweglich befestigt. Wird die Stange erwärmt, so biegt sie sich, weil der Zink ausdehnbarer durch Wärme als das Eisen ist, an ihrem obern Ende nach *B*, d. i., nach der Seite des Eisens hin. An diesem ihrem obern Ende hat sie einen kleinen Zapfen *F*, welcher in den Schlitz *L* am

*) Aus Tilloch's *Philos. Magazine*, 1803, Mars; und van Mons *Journ. de Chim. et de Phys.*, t. 5, p. 32. *d. H.*

untern Ende des Zeigers LM, der hier gabelförmig geſtaltet iſt, hinein paſst. Die Achſe G des Zeigers iſt nahe bei dieſem Schlitze, ſo daſs bei kleinen Bewegungen des Zapfens F das andere Ende M des Zeigers ſehr ſichtbare Räume durchläuft. In der Wärme krümmt ſich der Stab nach B, in der Kälte nach D, weſshalb die Scale von a nach b zu graduiren iſt.

An den Seiten des Zeigers LM befinden ſich zwei andere leichte Zeiger, die mit ihm auf derſelben Achſe G ſtecken. Ein Zahn H, an dem Hauptzeiger, ſchiebt den einen dieſer Nebenzeiger vor ſich her, wenn ſich der Hauptzeiger nach der rechten, den andern, wenn er ſich nach der linken Hand dreht. Sie geben folglich an der Scale durch ihren Stand die höchſte und die niedrigſte Temperatur ſeit der letzten Beobachtung an.

Um die Scale für dieſes Inſtrument zu graduiren, braucht man nur die Nebenzeiger an den Hauptzeiger zu drehen, und zwei entfernte Temperaturen hervor zu bringen oder abzuwarten. Die Nebenzeiger geben den Ort für dieſe Temperatur auf der Scale an. Die längſte Scale dieſer Art von Thermometer, welche ich bis jetzt gemacht habe, ging von $-10°$ bis $+100°$ F. Die Angaben des Inſtruments ſind ſehr genau.

Der obere Theil des Scalenbretes wird mit einer Glasthür bedeckt, wozu man bei N und O die Charniere ſieht.

III.

Ein anderes seinen Gang aufzeichnendes Thermometer,

von

Alex. Keith, Esq., F. R. S. und F. E. S. *)

Unsre Thermometer sind für den meteorologischen Gebrauch darin mangelhaft, dass wir an ihnen bloss die Temperatur, wie sie bei den Beobachtungen, und nicht auch, wie sie in den Zwischenzeiten ist, wahrnehmen, und mir ist noch keine Vorrichtung bekannt, welche diesem Mangel abhülfe, obschon Robert Hook sich vorgesetzt hatte, ein solches Thermometer zu erdenken.

Das von James Six erfundene, und in den *Philosoph. Transactions*, Vol. 72, beschriebene Thermometer zeigt zwar den höchsten und den niedrigsten Stand des Instruments zwischen je zwei Beobachtungen, aber auch nur diese. Das wird durch zwei kleine Stücke schwarzen Glases bewirkt, deren jedes auf einer verschiedenen Quecksilberfläche in zwei hermetisch verschlossenen Glasröhren schwimmt; sie schwimmen mit auf, wenn das Quecksilber in ihrer Röhre steigt, und bleiben,

*) Zusammen gezogen aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 4, und Nicholson's *Journal*, 1800, 4., Vol. 3, p. 266. *d. H.*

wenn das Queckfilber wieder finkt, vermittelft einer Art von Springfeder aus Glas, am Glafe hängen. Sie enthalten in ihrem Innern ein kleines Stückchen Stahldraht, und laffen fich daher nach der Beobachtung, von aufsen, durch einen Magnet, bis zur Queckfilberfläche herab ziehen. So fcharffinnig diefe Vorrichtung auch ift, fo erfordert fie doch zu viel Genauigkeit in der Ausführung, als dafs fie zum gemeinen Gebrauche kommen könnte; auch zeigt fie nur die beiden äufserften Temperaturen, nicht den ganzen Gang des Thermometers, zwifchen zwei Beobachtungen. *) — Daffelbe ift der Fall bei dem vom Dr. Rutherford aus Baililifch angegebenen, und im dritten Bande der Edinburger *Transactions* befchriebenen Thermometrographen. **)

Schon vor einigen Jahren war ich auf die Idee gekommen, ein *Luftthermometer* möge zu einem wahren Thermometrographen befonders gegeignet feyn,

*) Man findet diefen Sixifchen Thermometrographen, (nach Lemaiftre, nach welchem die beiden Schwimmer broncirtes Eifen und die Springfeder ein Haar ift,) abgebildet und befchrieben in den *Annalen*, II, 287, und dabei einige fehr gegründete Bedenken gegen die Zuverläffigkeit deffelben, 289 f. *d. H.*

**) Siehe Voigt's *Magazin*, B. X, St. 3, S. 175, horizontal liegende Weingeiftthermometer, worin der Weingeift kleine Conen von Glas und Elfenbein vor fich her fchiebt. *d. H.*

feyn, voraus gefetzt, dafs es vom Einfluffe des Luftdrucks befreit, oder diefem das Gegengewicht gehalten werden könne, fo dafs lediglich die Temperatur der Atmofphäre es afficire. Dann liefse es fich leicht mit einem Uhrwerke verbinden, welches den Gang der Temperatur ununterbrochen verzeichnete. Ich las damahls der Societät die Befchreibung eines folchen Inftruments vor. Seitdem habe ich es indefs vereinfacht, und folgendes ift die Befchreibung meines jetzigen Thermometrographen, zu welchem ich ftatt des Luftthermometers ein Weingeiftthermometer genommen habe.

AB, (Taf. IV, Fig. 3,) ift eine $\frac{3}{4}$ Zoll dicke und 14 Zoll lange, am obern Ende zugefchmelzte Röhre aus dünnem Glafe. An ihrem untern Ende ift eine andere Röhre angefchmelzt, die fich aufwärts krümmt, und deren aufwärts gehender Schenkel 0,4 Zoll weit, 7 Zoll lang, und oben offen ift. Die erfte Röhre ift mit dem ftärkften Alkohol, die zweite von *B* bis *E* mit Queckfilber gefüllt; zwei Flüffigkeiten, deren Volumen fich bekanntlich nicht mit dem Luftdrucke ändert. Eine meffingene oder hölzerne Scheibe *D*, welche auf der engern Röhre befeftigt ift, trägt eine auf die gewöhnliche Art eingetheilte, $6\frac{1}{2}$ Zoll lange Scale *DF* aus Meffing oder Elfenbein. Ueber diefe läfst fich eine weite, $1\frac{1}{2}$ Zoll lange, oben zugefchmelzte Glasröhre fchieben, und vermittelft eines meffingenen Ringes, der an ihrem untern Ende

angekittet ist, auf die Scheibe *D* fest drehen; sie schützt den Index vor Wind und Regen, und wird nicht anders abgenommen, als wenn man das Instrument zu einer Beobachtung einrichten will.

E ist ein kleiner conischer Schwimmer aus Glas oder Elfenbein, der auf der Oberfläche des Quecksilbers im kleinern Schenkel ruht, und einen Draht *EH* trägt, welcher an seinem obern Ende unter einem rechten Winkel gebogen ist. Zwischen den beiden Stiften *G* und *K* am Scalenbrete ist ein feiner Stahl-, oder besser Golddraht, längs der Scale gespannt, und auf diesem sitzen zwei Zeiger *L*, *L*, die aus dünner schwarzer gefirnifster Seide gemacht sind, und sich mit einer kleinen Kraft, nicht grösser als 2 Gran, längs des Drahtes verschieben lassen. Das Knie *H* am obern Ende des Drahtes über dem Schwimmer, umgiebt ebenfalls diesen Draht und befindet sich zwischen beiden Zeigern. So lange daher der Schwimmer steigt, schiebt er den obern Zeiger herauf, und so lange er sinkt, schiebt er den untern Zeiger herab. Bei jeder Beobachtung werden beide Zeiger vermittelst eines gebogenen und dazu bestimmten Drahtes genau an das Knie *H* angeschoben. Dann zeigt der obere die höchste, der untere die niedrigste Temperatur, welche seitdem Statt gefunden hat.

Will man den Gang der Wärme von Minute zu Minute haben, so muss man, um ein Uhrwerk mit diesem Thermometer verbinden zu können, der Röh-

re AB eine Länge von etwa 40 Zoll, und der kurzen, bei unveränderter Länge, eine gröſsere Weite geben. Das Uhrwerk dient, einen ſenkrecht ſtehenden Cylinder aus leichtem Holze, der eine Höhe von 7 Zoll und einen Durchmeſſer von 5 Zoll hat, um ſeine Achſe, und zwar in 31 Tagen oder einem Monate, zu drehen. Um dieſen Cylinder legt und befeſtigt man ein Stück geglättetes oder Velin-Papier, worauf in gleichen Abſtänden rings um den Cylinder 31 ſenkrechte Linien gezogen, und die Zwiſchenräume zwiſchen je zwei noch in 64 gleiche Theile getheilt ſind. Horizontallinien geben auf dem Papiere die Grade des Thermometers, von etwa 0° F. bis 100° F., von 5 zu 5 Graden. Man muſs dieſe Linien für ſein Thermometer in Kupfer ſtechen, und von der Platte eine Menge Abdrücke auf Velin-Papier machen laſſen, um alle Monate ein anderes um den Cylinder legen zu können. An der ſenkrechten Seite des Rahmens, in welchem der Cylinder ſich dreht, iſt die Fahrenheitiſche Scale vollſtändig bezeichnet. Statt des Kniees H befindet ſich in dieſem Falle ein Stückchen Bleiſtift an dem Drahte des Schwimmers, und ein kleines Gewicht, welches die Spitze des Bleiſtifts leicht an den Cylinder andrückt. Die Linien, welche der Bleiſtift auf das Papier zeichnet, geben ein zuſammen hängendes Regiſter über den Gang der Temperatur während des ganzen Monats. Auf einem noch 3 Zoll längern Cylinder lieſse ſich zugleich der Gang

des Barometers auf eine ähnliche Art verzeichnen und so hätte man zugleich einen Barometrographen und Thermometrographen. *)

*) Da im Thermometer sich nicht bloss der Alkohol, sondern auch das Quecksilber, und zwar beide nicht auf einerlei Art, durch Wärme expandiren, so liesse sich ein solches Thermometer höchstens nach einem Richtthermometer graduiren, und es würde Grade von ungleicher Grösse haben. Auf den Gang der Zeiger hätte über dies die Expansion des Drahtes auf dem Schwimmer, durch Wärme, mit Einfluss; auch möchten die kleinen seidenen Zeiger wohl manchmahl in Unordnung kommen: lauter Gründe, warum mir Chrichton's Thermometrographen der Vorzug zu gebühren scheint, auch wenn wir von der Vorrichtung mit dem Uhrwerke absehen, die noch mehr Unzuverlässigkeit in die Angaben bringen dürfte. Uebrigens sind die Fälle wohl nur selten, wo wir nicht völlig damit zufrieden seyn könnten, den höchsten und niedrigsten Thermometerstand in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen an der Scale angegeben zu finden. *d. H.*

IV.

BESCHREIBUNG

einer neuen Methode, Stahlstangen durch den Kreisstrich zu magnetisiren,

von

C. G. Sjösteen. *)

Herr Sjösteen beschäftigte sich mit diesen Versuchen in den Jahren 1793, 95, 98, 1800, und überzeugte sich von den Vorzügen seiner Methode vor allen übrigen bekannten, indem nach ihr sich mit den wenigsten Strichen den Stahlstangen die gröſste magnetische Kraft mittheilen lieſs. Er hatte 12 Stangen von dem besten, feinsten, englischen Stahle machen lassen, härtete sie, wie man Uhrfedern zu härten pflegt, und bezeichnete sie auf dem einen Ende mit *N*. Diese Stahlstangen waren $12\frac{1}{4}$ Zoll lang, $\frac{5}{8}$ Zoll breit und eben so dick. Auch ihr Gewicht wird genau in einer Tabelle angegeben; eben so in einer andern Tabelle die Stärke der magnetischen Kraft, welche sie durch das Streichen angenommen hatten, und die Herr Sjösteen durch das Tragen eiserner Kugeln, Ringe u. s. w. bestimmte. Zum Magnetisiren bediente er

*) Aus den *Vetenskaps Academ. nya Handlingar*, 1802, 3tes Quartal, p. 191, ausgezogen von Herrn Adj. Droysen in Greifswalde. *d. H.*

ſich künſtlicher Magnete von Knight, $15\frac{1}{2}$ Zoll lang, $\frac{5}{8}$ Zoll breit, und eben ſo dick.

Zwei ſolche künſtliche Magnete wurden unter einem Winkel von 6° zuſammen gebunden, wie das Fig. 2, Taf. III, zeigt, und die zu magnetiſirenden Stahlſtangen, ſo wie es Fig. 3 zeigt, auf ein Bret befeſtigt. Der Südpol der beiden Magnete wurde auf *A* niedergeſetzt und ſo gegen *B* geführt, daſs der Nordpol ihm folgte, und auf dieſe Art wurden die beiden Magnete in verticaler Stellung, ohne abgehoben zu werden, ſanft von *A* nach *B*, *C*, *D*, gezogen, und allererſt in *A* aufgehoben. Nach einem Striche zeigten die mit *N* bemerkten Enden der Stangen ſüdliche, die andern aber nördliche Polarität.

Um die Polaritäten mit den Buchſtaben überein ſtimmend zu erhalten, lieſs nun Herr Sjöſteen den Südpol voraus gehen, und es glückte ihm, den Stangen ſo ihre magnetiſche Kraft wieder zu nehmen und dann die Pole in ihnen umzukehren. Er nennt dieſe Methode, wenn der Südpol gegen *B* voran geht, der Nordpol folgt, und die Magnete ſo über *B*, *C* und *D* nach *A* geführt werden, den *Gegenkreisſtrich*, (*contraircirkelſtrykning*;) die Methode aber, wo der Nordpol nach *B* vorgeführt wird, der Südpol folgt, und ſo beide nach *B*, *C*, *D* und *A* gehen, ohne abgehoben zu werden, den *Kreisſtrich*, (*cirkelſtrykning*.) Er bemerkt dabei, daſs ſchon drei Naturforſcher vor ihm dieſe Methode zwar ſchon angedeutet, aber

nicht bestimmt angegeben haben: nämlich Trullard im *Journal des savans*, *Avril* 1761; Euler, in seinen *Lettres à une Princesse d'Allem.*, Tom. III, p. 153; und Rinman in seiner *Järnets Historia*, (Geschichte des Eisens.)

Die folgenden, mit Weitläufigkeit beschriebenen vergleichenden Versuche zeigen, dass der Kreisstrich wirklich vor den bekannten Methoden den Vorzug verdiene. Er ist wirksamer als Canton's Doppelstrich. Coulomb's Methode der 33 Doppelstriche nach Euler's Art wirkte nicht stärker als 3 bis 4 Kreisstriche; — 57 Doppel- und Horizontalstriche nach Canton's Methode nicht stärker als 16 Kreisstriche; — und endlich thaten 96, 48 und 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel als 16, 11 und 32 Kreisstriche, oder, in Mittelzahlen, 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel wie 20 Kreisstriche. Zu diesem Vorzuge kommt noch, dass man mit dem Kreisstriche 4 Stangen zugleich in der Zeit magnetisiren kann, welche sonst auf das eine Ende der einen Stange verwendet wird.

Die Erklärung dieser Erscheinung aus der Figur der aufgestreuten Feilspäne und dem angenommenen Ausströmen einer magnetischen Flüssigkeit lasse ich weg; sie scheint mir nicht genügend.

Droysen.

V.

Ueber einige prismatische Farbenerscheinungen ohne Prisma, und über die Farbenzerstreuung im menschlichen Auge,

von

Dr. Mollweide,

Lehrer an dem Pädagogio zu Halle.

In einem Aufsatze in Voigt's *Magazin*, B. 7, S. 5?, beschreibt Herr Dr. Nordhof, Arzt zu Melle im Osnabrückischen, einige ohne Prisma wahrzunehmende Farbenerscheinungen, die denen, welche das Prisma giebt, wenn man dadurch dunkle Gegenstände auf hellem, oder helle Gegenstände auf dunkelm Grunde betrachtet, völlig analog sind.

Um diese Erscheinungen hervor zu bringen, darf man nur, indem man z. B. die horizontale Sprosse eines ins Freie gehenden Fensters betrachtet, vermittelst eines vor die Stirn gehaltenen dicken undurchsichtigen Papiers, (oder auch mit der blossen vor die Stirn gelegten Hand,) das Gesichtsfeld von oben herab begränzen, so dass der helle Zwischenraum zwischen dem Rande des Papiers oder der Hand und dem der Fenstersprosse nur einige Linien breit erscheint. Man wird dann die Sprosse oben

mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande umgeben sehen, eben so, wie wenn man sie durch ein Prisma, den brechenden Winkel desselben nach unten gekehrt, betrachtet hätte, nur dass die Farben nicht so lebhaft sind; auch wird man nichts von dem rothen und violetten Rande gewahr, den man durchs Prisma noch neben dem gelben und blauen Rande erblickt. Begränzt man das Gesichtsfeld auf die angezeigte Art von unten herauf, so zeigen sich die Ränder umgekehrt, und so, wie durchs Prisma, wenn man den brechenden Winkel nach oben kehrt. Vertical stehende Sprossen durchs Prisma, so dass der brechende Winkel nach der linken Seite gekehrt ist, betrachtet, zeigen Erscheinungen, die denen analog sind, welche durch die Begränzung des Gesichtsfeldes von der Rechten nach der Linken zu entstehen, und dasselbe findet auch bei der umgekehrten Lage des Prisma und der Begränzung des Gesichtsfeldes von der Linken zur Rechten Statt.

Herr D. Nordhof wendet auf diese Erscheinungen die von Herrn von Göthe in seinen Beiträgen zur Optik gewählte Ansicht der durchs Prisma wahrzunehmenden farbigen Ränder an, nach welcher die an die verschiedenen Seiten des Hellen oder Dunkeln fallenden Farbensäume als zwei entgegen gesetzte Pole betrachtet werden, wovon der eine immer den andern, wie sich Herr D. Nordhof ausdruckt, hervor ruft. Diese Art, die Phänomene zu bezeichnen, kann, wofern diese nicht

gewiſſer Maſsen iſolirt werden ſollen, für nichts weiter gelten, als für eine in metaphoriſche Redensarten eingekleidete Darſtellung der Erſcheinungen ſelbſt, und des ſteten Beiſammenſeyns zweier farbigen Ränder. Sollen die Erſcheinungen aber *erklärt* werden, ſo muſs der Zuſammenhang derſelben *) mit dem allgemeinen Phänomene der Zerlegung des Lichts durchs Prisma dargethan werden. Denn, wie Haüy ſehr richtig in der Einleitung zu ſeiner Phyſik bemerkt, „*le but d'une* „*théorie eſt de lier à un fait général ou au moindre* „*nombre de faits généraux poſſible tous les faits par*-„*ticuliers, qui en dependent.*“

Daſs nun auf dieſe Weiſe die Erſcheinungen der gefärbten Ränder durchs Prisma nicht allein von Newton ſelbſt, ſondern auch von denen, die mit ſeiner Theorie vertraut waren, genugthuend erklärt worden ſind, hat der verewigte Gren ſchon längſt erinnert; **) er ſelbſt hat die von verſchiedenen Umſtänden abhängenden Modificationen in den Erſcheinungen, ſo wie ſie Herr von Göthe beſchrieben hat, aus eben der Newtoniſchen Farbentheorie deutlich entwickelt.

Was jetzt die von Herrn D. Nordhof beſchriebenen Phänomene betrifft, ſo hat Newton ihrer gleichfalls ſchon erwähnt, und ſie mit ſeiner

*) Das heiſst, der *durch das Prisma* wahrgenommenen. *d. H.*

**) *Neues Journal für die Phyſik*, B. 7, S. 3.

Theorie in Verbindung gebracht. Denn gleich nach der Stelle seiner Optik, *) wo er von den farbigen Rändern, die man durchs Prisma wahrnimmt, handelt, heisst es: „Porro quod de coloribus, quos „prismata exhibeant, dictum est, idem facile de „coloribus, quos telescopiorum microscopiorum „vitra, vel etiam *oculi ipsius humores* exhibeant, „intelligi poterit. Etenim si vitrum objectivum te„lescopii crassius sit ab una parte quam ab altera, „vel si dimidia pars vitri, vel *dimidia pars pupillae* „*oculi*, corpore aliquo opaco obtegatur: utique id „vitrum obiectivum vel ea ipsius pars, *oculive pu*„*pillae pars*, quae non sit obtecta, considerari po„terit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem „cuneus e vitro vel ex alia ulla materia pellu„cida, eundem, ac prisma, in refringendo lumine „inter transmittendum, effectum obtinet." Die Richtigkeit der hier von Newton gegebenen Erklärung wird man nicht in Zweifel ziehen, so bald man jemanden den von Herrn D. Nordhof beschriebenen Versuch machen läſst, und auf das, was in dessen Auge vorgeht, Acht hat. Denn es zeigt sich alsdann, daſs der Schatten des Papiers oder der Hand mehr als die Hälfte der Pupille bedeckt; weſshalb nur auf einen Theil der Krystalllinse, welcher als ein Prisma mit krummen Seitenflächen angesehen werden kann, Strahlen fallen können. **)

*) Optices, Lib. I, Part. II, Prop. VIII.

**) Wäre es die Meinung Newton's in der eben

Es kommt hierbei aber noch ein Umstand in Betracht, welcher den Grund enthält, warum man gerade in diesem Falle gefärbte Ränder wahrnimmt, und sonst nicht. Dies ist die auch über den unbeschatteten Theil des Auges sich gleichförmig erstreckende Erweiterung der Pupille, welche dadurch, dass einem beträchtlichen Theile des Au-

angeführten Stelle, dass eine sphärische Glaslinse, oder dass die brechenden Feuchtigkeiten im Auge, dadurch, dass man die Hälfte der Linse oder der Pupille mit einem dunkeln Körper bedeckt, einem Prisma in Hinsicht der Strahlenbrechung ähnlicher würden, als sie es zuvor waren, und dass deshalb in ihnen Farbenerscheinungen eintreten oder sichtbar werden könnten, die zuvor nicht Statt fanden oder nicht wahrzunehmen waren; — so ist, wenn ich mich nicht sehr irre, der grosse tief denkende Mann hier in einem leichten Irrthume in einer Nebensache, auf die es, wie es mir scheint, in dieser Stelle nicht ankam. Denn offenbar will Newton in ihr nichts weiter sagen, als dass daraus, dass und wie beim Brechen der Lichtstrahlen im Prisma Farben entstehen, auch die Farben bei der Brechung durch sphärische Gläser oder im Auge, (wenn solche da ist,) sich erklären lassen, da man sich diese wie Prismen mit krummen Flächen denken könne. Ein Schnitt senkrecht durch die Achse der Linse hat die Gestalt zweier unendlich kurzer Prismen mit convexen Seiten und entgegen gesetzt gekehrten brechenden Winkeln, und also unendlich vieler Prismen mit ebnen Seiten, von unendlich viel brechenden Winkeln der Art, dass sie parallele Strahlen alle nahe in einem Punkte

ges das Licht entzogen ist, verursacht wird, und die man gleichfalls in des Versuchanstellers Auge bemerken kann. Dadurch tritt beim Auge eben der Fall ein, wie bei einem gemeinen Fernrohre, bei welchem die Oeffnung des Objectivs zu groſs ist. *)

zusammen brechen, diejenigen so wohl, deren brechender Winkel homolog, als die, bei denen er entgegen gesetzt liegt. Die ganze Linse läſst sich durch Umdrehung dieses Schnitts um die Achse entstanden denken. Hierauf beruht die Vergleichung der Linse mit dem Prisma; hieraus erhellt aber auch, wenn ich mich nicht irre, daſs es in den Farbenerscheinungen durch Brechung in einer Linse keinen wesentlichen Unterschied machen kann, ob die Hälfte derselben bedeckt wird oder nicht. In beiden Fällen wird die krummlinige Begränzung des Gesichtsfeldes am Rande der Linse mit farbigen Säumen, und zwar unter einerlei Umständen mit Farbenrändern von einerlei Art erscheinen, im zweiten Falle aber die geradlinige, durch den Mittelpunkt der Linse gehende Begränzung entweder ganz farbenlos oder höchst wenig violett erscheinen müssen, sie begränze das Gesichtsfeld von unten oder von oben her. Und ist das richtig, wie mir es scheint, so möchte der Nordhof'sche Versuch schwerlich dazu dienen können, eine Strahlenbrechung im Auge zu bewähren; vielmehr aus andern Gründen, als den von dem scharfsinnigen Verfasser dieses Aufsatzes hier angegebenen, abzuleiten seyn. *d. H.*

*) Doch nur, im Falle das Auge nicht vollkommen achromatisch wäre. *d. H.*

Man darf hieraus nicht etwa die Folge ziehen wollen, daſs wir des Abends beim Kerzenlichte, welches ungleich ſchwächer als das Sonnen- oder Tageslicht, und wo alſo die Pupille gleichfalls erweitert iſt, auch farbige Säume an den Gegenſtänden wahrnehmen müſsten, welches doch nicht der Fall iſt. Denn wenn auch das Kerzenlicht in Farben zerlegt wird, ſo ſind doch dieſe in eben dem Grade ſchwächer, als das Kerzenlicht ſchwächer als das Sonnenlicht iſt. Man kann ſich ſehr leicht davon überzeugen, wenn man des Abends das durch die Brechung des Kerzenlichts im Prisma hervorgebrachte Farbenbild *) in eine ſchattige Stelle des Zimmers fallen läſst, und es mit einem weiſsen Papiere auffängt, da dann die Farben bei weitem ſo lebhaft nicht ſind, als wenn man den Verſuch beim Sonnenlichte anſtellt. Dieſe Schwäche der Farben des Kerzenlichts macht die davon im Auge entſtehenden Farbenſäume an den Gegenſtänden für unſre Empfindung unmerklich. **)

Uebrigens erhellt aus dem Beigebrachten, daſs die Regenbogenhaut für das Auge eben das, was die Blendung bei einem Fernrohre iſt, daſs ihr alſo Herr Sömmering den Namen der Blendung ſehr ſchicklich beigelegt hat.

*) Es fehlen in dieſem Farbenbilde die rothe, blaue und violette Farbe. Die Urſache davon iſt leicht anzugeben. *M.*

**) Hierin kann ich dem Herrn Verfaſſer nicht ganz beiſtimmen. *d. H.*

Ich muſs noch eines Umſtandes erwähnen, den Herr D. Nordhof nicht berührt hat, und der wohl Manchem, der den von ihm beſchriebenen Verſuch anſtellt, auffallen könnte. Dies iſt der Halbſchatten, welchen man an dem vor das Auge gehaltenen undurchſichtigen Gegenſtande wahrnimmt. Er rührt von den Zerſtreuungskreiſen auf dem Boden des Auges her, in welche ſich die Bilder von den Punkten des Randes des zu nahe ans Auge gebrachten Körpers ausbreiten. *) Dieſer Halbſchatten breitet ſich über die ganze Fenſterſproſſe zu beiden Seiten aus, und macht, daſs ſie dunkler und mit beſtimmterm Umriſſe erſcheint. Auch trägt er dazu bei, daſs man den ſchwächern blauen Farbenſaum wahrnimmt. Denn das Gelbe iſt für ſich ſchon lebhaft genug, um empfunden zu werden.

Das Reſultat nun, welches aus dem Obigen hervor geht, iſt, daſs das Auge nicht in dem Sinne achromatiſch iſt, wie Euler glaubte, **) und daſs

*) Jurin in Smith's *Lehrbegriff der Optik*, S. 485 491 der Käſtneriſchen Bearbeitung. *M.*

**) Ich glaube ſchon oben, S. 332, Anm., es ſehr zweifelhaft gemacht zu haben, daſs der Nordhof'ſche Verſuch eine im Auge vorgehende Farbenzerſtreuung darzuthun vermöge: daher möchte ich dieſen Schluſs nicht anerkennen, ſelbſt wenn ſich auf keine Art angeben lieſse, woher in dem Nordhof'ſchen Verſuche die farbigen Ränder rühren. Das ſcheint mir aber überdies mit ziemlicher Zuverläſſigkeit ſich nachweiſen zu laſſen. Sie entſtehn *nicht durch Bre-*

die Hypothese, welche Hube im 29sten Briefe des dritten Bandes seines schätzbaren Unterrichts in

chung, wie Herr Dr. Nordhof und der Herr Verf. deſshalb als ausgemacht anzunehmen scheinen, weil sich in ihnen dieselbe Regel wie in den farbigen Rändern im Prisma zeigt; sondern sie entstehn *durch Beugung* des Lichts, zwischen zwei dunkeln durch gerade und parallele Linien begränzten Körpern, dem Rande der horizontalen Fensterleiste und dem Rande des horizontal gehaltenen Papiers. Daſs zwischen zwei solchen parallel einander sich nähernden Körpern eine Farbenzerstreuung durch Inflexion vor sich gehe, zeigten schon die Farbensäume in Grimaldi's Versuchen, welche Newton zwar weiter verfolgt hat, mit welchen er aber, weil er einen sehr einfachen Umstand übersah, nicht ganz auf das Reine gekommen ist. Der Leser wird in einem der folgenden Stücke der Annalen eine neue und glücklichere Bearbeitung dieses Theils der Optik, durch einen englischen Physiker, finden. Aus den von diesem entwickelten Gesetzen der Beugung des Lichts, scheint mir der Nordhof'sche Versuch sich genügender erklären zu lassen, so weit ich darüber nach einer flüchtigen Ueberlegung urtheilen kann; und zwar auch der von dem Herrn Verfasser dieses Aufsatzes nicht berührte Umstand, daſs die das Auge begränzende Schneide, (z. B. die Hand oder das Papier, ebenfalls mit farbigem Rande, und zwar mit röthlichen Farben erscheint, sie mag das Auge von unten oder von oben her begränzen. (Voigt's *Magazin*, B. 7, S. 55.) *d. H.*

in der Naturlehre zum Behufe der Farbenlosigkeit des Auges aufstellt, wohl nicht gegründet ist.

Euler's Hypothese wurde schon von d'Alembert in Zweifel gezogen. Er erklärt sich darüber in der Vorrede zum 3ten Bande seiner *Opuscules*, und giebt nachher im dritten Kapitel des 16ten *Mémoire* die Bedingungsgleichung für die Aufhebung der Farbenzerstreuung im Auge. Er braucht sie aber selbst nicht, sondern zeigt aus andern Gründen, dass die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung im Auge als unmerklich betrachtet werden könne. Dasselbe Resultat bringt Maskelyne*) durch eine Berechnung der Farbenzerstreuung selbst, wobei sich freilich manches erinnern liesse, heraus.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. LXXIX, übersetzt in Gren's *Journal der Physik*, B. II, S. 370.

VI.

Einiges über die Luftfahrt des Grafen Zambeccari in Bologna, nach Augenzeugen. *)

Francesco Zambeccari, aus einer der vornehmsten Familien Bologna's, aber nicht von den glänzenden Vermögensumständen, worin sich andere Glieder derselben befinden, hatte sich von Jugend auf dem Studium der Wissenschaften gewidmet, und vorzugsweise der Physik, Chemie und Mathematik, wahrscheinlich mit der Aussicht, künftig eine der Lehrstellen in diesen Fächern auf der Universität seiner Vaterstadt zu erlangen. Er hielt sich zu dem Ende mehrere Jahre lang im Auslande, besonders in London, auf, wo er sich unter Anleitung der ausgezeichnetsten Gelehrten zu dieser Laufbahn bildete.

Schon vor mehrern Jahren ging er mit dem Gedanken um, eine Lenkungsmethode für die Aerostaten zu erfinden; doch erst im Jahre 1803 gelangte er zur Ausführung seiner Ideen. In Bologna selbst

*) Zusammen gezogen aus *Italien, eine Zeitschrift von zwei reisenden Deutschen*. Heft 6, Berlin 1804, S. 200 — 220. Die Absicht und die Zurüstung des Aeronauten, welche wir aus diesem Aufsatze kennen lernen, verdienen in den Annalen der Physik aufbewahrt zu werden. *d. H.*

hatte man zwar, wie es schien, im Allgemeinen weder eine grosse Idee von seinen physikalischen Kenntnissen, noch viel Hoffnung von dem Gelingen seines Plans. Gleichwohl fand er unter seinen Verwandten und Freunden noch genug Beförderer seines Unternehmens, und erhielt von ihnen, da es ihm selbst an Mitteln fehlte, durch freiwillige Beisteuer unter dem Namen eines Anlehns hinlängliche Vorschüsse, um den Bau der Maschine, deren Kosten er zu 6000 Rthlr. anschlug, anzufangen und zu vollenden; und in einem grossen Theile Italiens nahm man an der Ausführung des merkwürdigen Projects, eines willkührlich zu lenkenden Luftballons, den lebhaftesten Antheil. Graf Zambeccari liess an dem Ballon und den Instrumenten ununterbrochen, vom Mai bis zum August arbeiten, und bestimmte endlich seinen Aufflug auf einen der letzten Tage im Monat August. Schon hatten sich alle Zuschauer in dem dazu errichteten Amphitheater versammelt, und die Füllung des Ballons begann, aber plötzlich fehlte es an den nöthigen Materialien zur Gasentwickelung, mit welchen er sich, aus einem Fehler in der Berechnung, nicht hinlänglich versehn hatte. Die Arbeit gerieth ins Stocken, und für dieses Mahl war das Aufsteigen des Ballons unmöglich. Die Zuschauer wurden entlassen, und auf einen spätern Zeitpunkt vertröstet. Bloss der Fremden, versichert Graf Zambeccari, denen er das Eintrittsgeld auf ihr Verlangen wieder gegeben habe, wären ge-

gen 16000 gewesen. Beim Zurücksinken der aufgeblasenen Seide war der Firniss hier und da gesprungen und der Stoff zerrissen; dieses machte eine Ausbesserung des ganzen Ballons nöthig, wesshalb der Tag des Aufsteigens erst auf den 25sten Sept. angesetzt wurde; doch musste Zambeccari den Termin abermahls auf den 5ten October, und dann wieder auf den 7ten Oct. hinaus schieben, und nun erst ging die Luftfahrt wirklich vor sich.

Zambeccari ging bei seinem Plane zur Lenkung der Aerostaten von dem Gedanken aus, dass in den höhern Regionen sehr verschiedene Windstriche zu herrschen pflegen; es komme daher, glaubte er, nur darauf an, dass man den Aeronauten in den Stand setze, nach Willkühr auf- und abzusteigen, um den ihm günstigen Wind aufzufinden und zu benutzen. Und dieses wollte er vermittelst einer Montgolfière und zweier grosser Flügel oder Luftruder bewirken.

Sein *Aerostat* war aus Streifen weissen und grünen Taffets zusammen genäht, und mit Copalfirniss überzogen. Er hatte 39′ 9″ par. (34′ bologneser) Maass im Durchmesser, und es waren dazu 1536 bologn. Ellen 28 Zoll breiten Taffets und 140 Pfund Firniss gebraucht worden. Das brennbare Gas sollte durch zwei an der Seite angebrachte Schläuche hinein geleitet werden. Das starke Netz, welches die ganze Ladung zu tragen bestimmt war, lag auf der obern Hälfte des Ballons. Es hatte in der grössten Ausdehnung 128 Maschen; diese liefen durch

vier kleinere Reihen vermindernd herab, bis ſich die letzten in 16 Punkten endigten, an denen eben ſo viele Stricke hingen, welche unten in einiger Entfernung einen 4½ Fuſs weiten Ring trugen. Dadurch entſtand unter dem Aeroſtaten innerhalb des Netzes und der Seile ein coniſcher Raum. Ihn füllte die *Montgolfière* aus; ein gleichfalls aus Seidenzeug genähter Sack, deſſen offnes engeres Ende nach unten gekehrt, [und der hier, wie es ſcheint, um den Ring genäht] war. Bei einer Höhe von 13′ 8″ hatte dieſer Sack an ſeinem Boden 19′ 4″ (altes bologn. Maaſs) im Durchmeſſer. An einer Kette, die durch den Boden der Montgolfière ging, und um einen Flaſchenzug an der untern Spindel des Aeroſtaten lief, wurde eine Weingeiſtlampe genau in die Mündung der Montgolfière gehängt. Dieſe Lampe hatte die Geſtalt eines Ringes, deſſen innerer leerer Zwiſchenraum 1 Fuſs betrug, faſste 24 Pfund Weingeiſt, und lieſs ſich vermittelſt des Flaſchenzugs beliebig auf- und ablaſſen. Weingeiſt nahm Zambeccari, weil er am leichteſten zu entzünden iſt, auch in den höhern Regionen nicht friert. Drei in einem Punkte ſich vereinigende Arme, welche die Lampe trugen, waren am innern Rande angelöthet; am äuſsern befanden ſich 32 mit Handhaben verſehene Klappen, vermittelſt deren der Weingeiſt an gegebenen Stellen ſich auslöſchen, und die Hitze ſich reguliren lieſs. Zambeccari hatte berechnet, daſs, wenn er alle 32 Klappen öffnete, die Montgolfière durch die groſse

gen 16000 gewesen. Beim Zurücksinken der aufgeblasenen Seide war der Firniss hier und da gesprungen und der Stoff zerrissen; dieses machte eine Ausbesserung des ganzen Ballons nöthig, wesshalb der Tag des Aufsteigens erst auf den 25sten Sept. angesetzt wurde; doch musste Zambeccari den Termin abermahls auf den 5ten October, und dann wieder auf den 7ten Oct. hinaus schieben, und nun erst ging die Luftfahrt wirklich vor sich.

Zambeccari ging bei seinem Plane zur Lenkung der Aerostaten von dem Gedanken aus, dass in den höhern Regionen sehr verschiedene Windstriche zu herrschen pflegen; es komme daher, glaubte er, nur darauf an, dass man den Aeronauten in den Stand setze, nach Willkühr auf- und abzusteigen, um den ihm günstigen Wind aufzufinden und zu benutzen. Und dieses wollte er vermittelst einer Montgolfière und zweier grosser Flügel oder Luftruder bewirken.

Sein *Aerostat* war aus Streifen weissen und grünen Taffets zusammen genäht, und mit Copalfirniss überzogen. Er hatte 39′ 9″ par. (34′ bologneser) Maass im Durchmesser, und es waren dazu 1536 bologn. Ellen 28 Zoll breiten Taffets und 140 Pfund Firniss gebraucht worden. Das brennbare Gas sollte durch zwei an der Seite angebrachte Schläuche hinein geleitet werden. Das starke Netz, welches die ganze Ladung zu tragen bestimmt war, lag auf der obern Hälfte des Ballons. Es hatte in der grössten Ausdehnung 128 Maschen; diese liefen durch

vier kleinere Reihen vermindernd herab, bis sich die letzten in 16 Punkten endigten, an denen eben so viele Stricke hingen, welche unten in einiger Entfernung einen 4½ Fuſs weiten Ring trugen. Dadurch entſtand unter dem Aeroſtaten innerhalb des Netzes und der Seile ein coniſcher Raum. Ihn füllte die *Montgolfière* aus; ein gleichfalls aus Seidenzeug genähter Sack, deſſen offnes engeres Ende nach unten gekehrt, [und der hier, wie es ſcheint, um den Ring genäht] war. Bei einer Höhe von 13′ 8″ hatte dieſer Sack an ſeinem Boden 19′ 4″ (altes bologn. Maaſs) im Durchmeſſer. An einer Kette, die durch den Boden der Montgolfière ging, und um einen Flaſchenzug an der untern Spindel des Aeroſtaten lief, wurde eine Weingeiſtlampe genau in die Mündung der Montgolfière gehängt. Dieſe Lampe hatte die Geſtalt eines Ringes, deſſen innerer leerer Zwiſchenraum 1 Fuſs betrug, faſste 24 Pfund Weingeiſt, und lieſs ſich vermittelſt des Flaſchenzugs beliebig auf- und ablaſſen. Weingeiſt nahm Zambeccari, weil er am leichteſten zu entzünden iſt, auch in den höhern Regionen nicht friert. Drei in einem Punkte ſich vereinigende Arme, welche die Lampe trugen, waren am innern Rande angelöthet; am äuſsern befanden ſich 32 mit Handhaben verſehene Klappen, vermittelſt deren der Weingeiſt an gegebenen Stellen ſich auslöſchen, und die Hitze ſich reguliren lieſs. Zambeccari hatte berechnet, daſs, wenn er alle 32 Klappen öffnete, die Montgolfière durch die groſse

Hitze der Lampe eine Steigkraft von 50 Pfund erhalten müſſe.

Zum Aufenthalte der Luftſchiffer war die ſo genannte *Gallerie* beſtimmt, welche an dem Ringe unter der Montgolfière hing. Sie beſtand aus drei ſtarken Reifen von Buchenholz, die mit 16 gleich weit von einander entfernten Stricken an einander befeſtigt waren, und von denen der unterſte doppelt und mit einem feſten Geflechte oder Gitter von zolldicken Stäben, das der Gallerie zum Boden diente, verſehn war. Durch einen offenen, kreisförmigen, 21 Zoll weiten Ausſchnitt in der Mitte des Bodens ſollten die Reiſenden einſteigen, auch durch ihn eine freie Ausſicht auf die Erde behalten, um ihren Flug über ſie hin beobachten zu können. Um ſie indeſs vor dem Schwindel zu bewahren, in den der Anblick des offnen Abgrundes dicht vor den Füſsen auch den Unerſchrockenſten verſetzen könnte, wurde der Boden noch mit einem dichten Netze bedeckt.

Jedes der beiden *Ruder* oder jeder *Flügel* beſtand aus einem $6\frac{1}{2}$ Fuſs langen, nach auſsen breiter werdenden, und mit einem gefirniſsten Segel von 15 Quadratſchuh überſpannten Rahmen, und ruhte in einem eiſernen Ringe, mit horizontal liegenden Achſen, die ſich in Pfannen drehten, welche am Rande der Gallerie angebracht waren. Durch dieſen Ring war der cylindriſche Stiel des Ruders geſteckt; und indem das Ruder in ihm um ſeine Achſe drehbar war, der Ring ſelbſt aber ſich in der Vertical-

fläche drehte, konnte das Ruder in jede beliebige Lage gebracht, und in ihr in der Verticalfläche herauf und herab bewegt werden. Hierzu follten fie hauptfächlich dienen; bei einer Windftille hätte fich indefs der Ball vermittelft ihrer auch feitwärts in jede beliebige Richtung forttreiben, oder bei windigem Wetter eine kleine Zeit lang gegen den Wind auf derfelben Stelle erhalten laffen. Sie follten hierbei auf die Luft gerade fo, wie die Schiffsruder gegen das Waffer wirken, und zu dem Ende nach jedem Schlage beim Zurückziehn fo gedreht werden, dafs fie die Luft mit der fcharfen Seite durchfchnitten. Zambeccari foll fich zuvor durch wiederhohlte Verfuche von ihrer Tauglichkeit verfichert, und gefunden haben, dafs man ihre Kraft, bei richtiger Anwendung, auf 100 Pfund und mehr anfchlagen könne. Da der Ballon, auch wenn der Montgolfière durch Auslöfchen der Lampe alle Steigkraft benommen wurde, doch, ohne dafs man Gas entweichen liefs, nicht tiefer herab finken konnte, als bis dahin, wo er fich mit der atmofphärifchen Luft im Gleichgewichte befand; fo follten die Ruder dann befonders in Wirkung gefetzt werden, um den Ballon noch tiefer herab zu treiben. Die horizontale Bewegung dachte Zambeccari durch eine fchiefe Lage der Ruder zu erhalten, nach Art des Lavirens.

Unter den Inftrumenten, welche Zambeccari an dem Ballon oder der Gallerie angebracht hatte, verdienen hier fein Anemometer und fein

Stofsquadrant (*quadrante a polso*) befonders befchrieben zu werden. Jenes follte ihm dienen, die Gefchwindigkeit des Ballons nach fenkrechter, diefer, nach horizontaler Richtung zu meffen.

Das *Anemometer* war eine Art von Schnellwage, deren Achfe der Drehung fich am Rande der Gallerie in horizontaler Lage befand. Der kürzere, heraus ragende Arm der Wage trug eine horizontal liegende, 9'' lange und 6'' breite Ebene, die mit dem Gewichte am längern Arme, wenn es fich in der Mitte deffelben befand, im Gleichgewichte war, dagegen bei der Bewegung des Ballons aufwärts oder herabwärts durch den Widerftand der Luft herunter oder herauf gedrückt wurde, mit einer Kraft, welche dem Quadrate der Gefchwindigkeit proportional war, und fich aus der Stelle ergab, auf die das Gewicht zu fchieben war, um das Gleichgewicht zu erhalten. Eine Tabelle follte die zu jedem Stande des Gewichts gehörige Gefchwindigkeit zeigen, und Zambeccari hoffte fo noch eine fenkrechte Gefchwindigkeit von 3 Zoll in einer Secunde wahrnehmen zu können.

Der *Quadrant* hatte eine Handhabe, vermittelft deren er, den Bogen unterwärts gekehrt, in der fenkrechten Ebene, in welcher der Ballon fich bewegte, fo gehalten werden follte, dafs das Bleiloth auf den Nullpunkt einfpielte. Dann follte man längs des auf 45° geftellten Diopternlineals nach der Erde herunter vifiren, und den Gegenftand bemerken, den die Fäden der Dioptern durchfchnit-

ten. Dieſer Gegenſtand muſste von der Verticallinie durch den Ballon auf der Erde, in der Richtung des Flugs, um die Höhe entfernt ſeyn, in der ſich der Beobachter während der Beobachtung befand. Hatte man nun dieſe mit dem Barometer gemeſſen, und bemerkte die Zeit, welche der Ballon brauchte, bis jener Gegenſtand ſenkrecht unter ihm lag, ſo hatte man dadurch die horizontale Geſchwindigkeit des Ballons während dieſer Zeit.

Um die Hebkraft des Ballons, während er an der Erde mit einem Seile gehalten wurde, zu beſtimmen, wollte ſich Zambeccari eines aus einer Stahlfeder verfertigten *Dynamometers* mit einem Zeiger und Zifferblatte bedienen.

Auſserdem ſollte noch in der Gallerie an Inſtrumenten und Geräthſchaften mitgenommen werden: eine Magnetnadel; ein Luft- und Seherohr; (?) ein Barometer; ein Thermometer; eine Secundenuhr; ein Erdglobus; ein geographiſches Wörterbuch in 2 Bänden; ein Anker mit Seil; eine Rolle mit Seil, zum Herablaſſen der Reiſenden; eine Strickleiter; eine hölzerne Gelte, um ſie auf Waſſer ſchwimmend zu erhalten; ein Sprachrohr; eine Seifenſchachtel, um in der Höhe Seifenblaſen zu machen; ein kleiner Weingeiſtofen; eine kleine Blendlaterne; ein Pfund Wachslichter; ein Schreibezeug, Federn und Federmeſſer; eine Schere; ein Beutel mit Feuerſteinen; Zunder und Schwefelfäden; eine Mappe mit Schreibpapier; eine Ta-

belle mit dem Verzeichnisse der Manoeuvres; eine Flinte; 2 Pfund Munition; und ein hölzernes Gefäfs zum Aufbehalten vieler dieser Sachen.

Es betrug das Gewicht	Pfund
des Ballons mit den beiden Röhren	125
des Netzes sammt den Stricken	40
der Montgolfière	33
der Gallerie mit ihren Stricken und Netzen	85
der Lampe mit Kette und Flaschenzug	24
der beiden Ruder mit Zubehör	14
des Anemometers, des Quadranten und der übrigen vorhin genannten Instrumente und Geräthschaften	252
von 45 Maafs Weingeist in hölzernen Flaschen	69
der Lebensmittel an gebratnem Fleisch, Biscuit, Bouillontafeln, Chocolate, Rhum, Waffer, sammt Flasche und Gefäfsen	120
das Gewicht von 3 oder 4 Aeronauten, welche die Reise zusammen antreten sollten, wurde angeschlagen zu	600 bis 700
das Gewicht ihrer Kleider zu	22
endlich sollte an Ballast in 100 Papiertüten, jede mit 5 Pfund Sand, mitgenommen werden	500
giebt als die gesammte Belastung des Ballons ein Gewicht von	2000 bis 2084

Der Morgen des 7ten Octobers liefs sich neblig und zur Luftfahrt ungünstig an. Doch wurde der Graf Zambeccari von dem Präfecten und den

andern Oberbehörden der Stadt ermahnt, mit der Ausführung seines Vorhabens nicht länger zu säumen, um dem Publicum keine Ursache zur Unzufriedenheit zu geben. Erst um halb ein Uhr Nachmittags fing man an mit der Füllung. Beim Einbruche der Nacht schien noch keine Hoffnung da zu seyn, daſs der Aufflug würde vor sich gehen können, und viele Zuschauer entfernten sich, in der Ueberzeugung, sie würden wieder doch nur getäuscht werden. Nach Sonnen Untergang legte Zambeccari seinen Luftreiseanzug an, zog unter Begleitung seiner Schwester und zweier Kinder in dem innern Kreise herum, und nahm von dem Volke Abschied. Bald darauf rief man durch Trompetenstoſs das Volk zur Stille, und kündigte an, in einer Stunde werde der Ballon zum Aufsteigen bereit seyn. Diese Stunde wurde indeſs ziemlich lange, und die Menge immer ungeduldiger, da die Luft sehr kalt und schneidend wehte. Endlich um halb zwölf Uhr sah man den Aeronauten mit seinen beiden Gefährten einsteigen, und der Ball stieg, am Seile gehalten, um einige Fuſs, unter Zujauchzen der Zuschauer. Die Trompete erschallte wieder, und Zambeccari sagte mit lauter Stimme: „Liebe Mitbürger, der Ball ist reisefertig, soll ich jetzt gleich, oder erst morgen auffahren?" Einstimmig rief die ganze Menge: Morgen! Morgen! — „So erwarte ich euch hier früh um fünf Uhr beim Knalle der Kanone." — Und damit lieſs er sich wieder herunter. In kurzer Zeit entfernten sich nun

faſt alle Zuſchauer. Indeſs erhoben ſich die Aeronauten um halb ein Uhr noch einmahl im Ballon, der am Seile gehalten wurde, um die Ruder zu verſuchen, welche, wie es heiſst, auch wirklich die beabſichtigten Dienſte im Heben, Sinken und Hin- und Herſchwenken des Balls geleiſtet haben ſollen. Von dem Beifalle der wenigen Zurückgebliebenen immer mehr augefeuert, äuſserte Zambeccari den Wunſch, ſogleich aufzufliegen, weil bei der Durchdringlichkeit der Hülle für die brennbare Luft, der Ball, ſeiner Rechnung nach, in jeder Stunde 20 Pfund an Hebkraft verlieren, und dieſes ſeine Reiſe am folgenden Morgen aufs neue verzögern würde. Ermuntert von den Umſtehenden, die Frucht ſo langer Arbeit nicht wieder zu verlieren, lieſs er den Ballon plötzlich wieder etwas ſteigen und rief herunter: „Lebt wohl, liebe Mitbürger! lebe wohl, mein Vaterland! — Laſst die Seile los und brennt die Kanone ab.“ — Das Ausſprechen der letzten Worte, das Abfeuern der Kanone und das Emporfliegen des Ballons war eins. In kurzem verlor ſich dieſer in das Dunkel der Nacht; zwei brennende Laternen in der Gallerie ſah man indeſs noch eine lange Strecke die Luft durchſchimmern, und an ihnen bemerkte man, wie der Ball, der ſchon einen weiten Raum durchflogen hatte, wieder zu dem Punkte, von welchem er ausgegangen war, zurück kehrte. (?) Hierauf ſchwang er ſich von neuem auf, und in einem Nu zu einer Höhe über den Wolken empor, ſo daſs man alle Spur

von ihm aus den Augen verlor. Auf dem Rückwege, den er zuerst machte, bemerkte man deutlich das Flackern der beiden kleinen Lichter, deren Flammen mit wiederhohlten abgemessenen Stöfsen hin und her schwankten, (?) und man schloss daraus, dafs das Rudern mit den beiden Flügeln gerade die Wirkung hervor bringe, welche Zambeccari voraus gesagt und berechnet hatte. Die Montgolfière hatte er nicht angezündet. *)

Am Morgen erhielt man in Bologna die Nachricht von Kastelfranco, einem 12 Miglien, (3 geogr. Meilen,) entfernten Flecken, dafs der Ballon um 1 Uhr mit Trompetenschall über diesen Ort hingeflogen sey. (?) — Briefe aus Venedig vom 15ten October sagen: „Nach der Erzählung der drei bologneser Luftschiffer, die hier in sehr schlimmen Umständen angekommen sind, empfanden sie, als sie sich kaum zu einer etwas beträchtlichen Höhe erhoben hatten, eine heftige Kälte, bald darauf einen Hang zum Erbrechen, ein schweres Athemhohlen, und zuletzt eine Betäubung, die sie in einen tiefen Schlaf versenkte. Es war 2 Uhr, als sie am Rauschen der Wellen merkten, dafs sie über das Meer verschlagen waren. — Wirklich fiel darauf der Ballon aufs Wasser, und sie mussten, um ihn

*) Sie sollte dem Ballon nicht von der Erde ab steigen helfen, sondern ihm erst in der Höhe, wo der Ballon sich mit der Luft in das Gleichgewicht gesetzt haben würde, wenn es nöthig wäre, mehr Steigkraft geben. *d. H.*

wieder in die Höhe zu bringen, die meiſten ihrer Geräthſchaften über Bord werfen. Nun erhob ſich die Maſchine aufs neue mit unglaublicher Schnelligkeit bis über die Wolken; allein nicht lange, ſo ſtürzte ſie ſich abermahls in die Wellen. Jetzt blieb ihnen nichts übrig, als ſich der Willkühr des Windes zu überlaſſen, der den Ball gleich einem Segel vor ſich her trieb, und ihn bald in die Höhe hob, bald wieder unter Waſſer tauchte. (?) So rangen ſie 5 Stunden unaufhörlich mit dem Tode, und wurden in dieſer Zeit von der Küſte der Romagna bis nach der von Iſtrien hinüber getrieben; bis ſie endlich Morgens um 8 Uhr, etwa 10 Meilen vom Hafen von Veruda, ein Schiff aufnahm. Kaum war die Maſchine frei, ſo verlor ſie ſich wieder ſchnell in die Lüfte und war in wenig Minuten aus dem Geſichte." — — Dieſes iſt der unglückliche Ausgang eines phyſikaliſchen Verſuchs, auf den ganz Italien begierig war. *)

*) Man vergleiche hiermit die genauere Nachricht von dem Erfolge dieſer nächtlichen Luftfahrt in den *Annalen*, XVI, 205. *d. H.*

VII.

Ueber die Zauberringe oder Hexenzirkel.

1. Von Will. Nicholson, (aus feinem *Journ. of nat. philof.*, q., Vol. 1, 1797, p. 546.) Zauberringe oder Hexenzirkel, auf englifch *Fairy Rings* genannt, find eine eigne Erfcheinung im Graslande. Sie beftehn entweder in einem Kranze von Grafe, das fich durch fchwelgerifchen Wuchs vor dem übrigen auszeichnet, oder in einem runden Flecke, wo die Vegetation des Grafes mangelhafter ift. Dafs diefer letztere Zuftand dem erftern vorher geht, ift wohl fo gut als ausgemacht. Man hat für diefe Zauberringe zwei Urfachen angegeben: einmahl nämlich Erdfchwämme, die fich unter dem Boden verbreiten, eine Urfache, welche nicht zu bezweifeln ift; zweitens hat man gemeint, dafs, der Theorie nach, eine Explofion des Blitzes auf dem Erdboden eine ähnliche Wirkung müffe können hervor bringen, als Prieftley durch Entladung einer Batterie auf der polirten Oberfläche einer Metallplatte entftehn fah, nämlich eine Menge von concentrifchen Ringen. Einige von mir fchon längft gemachte Beobachtungen fcheinen es zu beftätigen, dafs das letztere wirklich zuweilen der Fall ift.

Den 19ten Jun. 1781 zog ein heftiges Gewitter über den weftlichen Theil von London. Ich war zu Batterfea, und bemerkte, dafs die Blitze, die fehr ftark und fichtbar waren, fich häufig an

ihrem untern Ende zerſpalteten, aber niemahls an ihrem obern Ende, woraus man folgern konnte, daſs ſich die Wolken, die meiſte Zeit hindurch, in einem poſitiven Zuſtande befanden. Den 24ſten Junius, alſo 4 Tage nachher, beſuchte ich zufällig den Park zu Kenſington, und bemerkte hier in allen Theilen des weitläufigen Gartens Spuren des Blitzes. Das Gras war nämlich häufig in zickzackigen Streifen gebleicht, von denen einige 50 bis 60 Yards lang waren. Ein dergleichen Hinſchlängeln des Blitzes über die Oberfläche des Bodens hin, ehe er in die Erde hinein fährt, fällt ſehr häufig vor. Am meiſten zog indeſs meine Aufmerkſamkeit eine kleine Gruppe von Bäumen, an der Spitze des Winkels, den ein Gang mit dem andern machte, auf ſich. Fig. 4, Taf. III, ſtellt einen Theil dieſes Gartens, und darin *A* die erwähnte Winkelſpitze vor. In Fig. 5 ſieht man die Stellung der Bäume. Die Zahlen geben die Entfernungen der Bäume von einander in Fuſsen an.

Dicht am Stamme des Baumes *A* war in dem Boden ein nach Süden laufendes, 4 Zoll langes und 2 Zoll breites Loch, zwei Fuſs weiter nach Süden ein ähnliches Loch, und zwiſchen beiden der Boden zerriſſen, wie das in Fig. 6 dargeſtellt iſt, wo *A* den Stamm des Baumes vorſtellt. In einer Entfernung von ungefähr 3 Fuſs rings um dieſen Baum herum, war das Gras ſehr ſtark verſengt und in dieſem Umkreiſe befanden ſich noch mehrere kleinere Löcher.

Nahe

Nahe am Stamme des Baumes *B* war an der Südſeite auch ein Loch im Boden.

Eben ſo dicht am Baume *C*, nur daſs hier das Loch mit einem kleinen runden Flecke von verbranntem Graſe umgeben war; doch hatte das ſchon wieder gewachſene Gras dieſen Ring ſchon etwas unmerklich gemacht, ſo daſs er wahrſcheinlich nicht von dem jetzigen, ſondern von einem frühern Gewitter herrührte.

Den Baum *D* fand ich mit einem Ringe umgeben, der 18 Zoll Breite hatte und deſſen Radius 6 Fuſs betrug. Innerhalb des Ringes ſtand das Gras ganz friſch, aber im Umkreiſe des Ringes ſelbſt waren Gras und Boden ſtark verbrannt. Oeſtlich von dem Baume befanden ſich im Ringe ſelbſt zwei Löcher, worin die Erde wie Aſche ausſah.

Der Baum *E* hatte einen halben, wenig merklichen Ring gegen Weſten.

Auch der Baum *F* war mit einem wenig merklichen Ringe von 2 Fuſs Radius umgeben, und das Gras innerhalb deſſelben unbeſchädigt. Weſtlich, ungefähr 3 Fuſs von dieſem innern Ringe entfernt, zeigte ſich ein Theil eines andern ſehr ähnlichen Ringes. Das Grün war zwiſchen dieſen beiden Ringen unverletzt.

Es kam mir vor, als wenn die Blätter der Bäume etwas gekräuſelt ausſahen; aber ich konnte keine vom Blitze getroffenen Aeſte entdecken: ein Umſtand, der, mit den andern Thatſachen zuſam-

men genommen, anzudeuten schien, daſs dieſe Erſcheinungen durch das neuliche Gewitter vom 19ten Junius hervor gebracht waren.

---

2. *Aus dem Monthly Magazine*, April 1803, (Vol. 15, No. 99, p. 219.) So annehmlich die ſcharfſinnige Hypotheſe des Dr. Darwin über die Entſtehung der Zauberringe durch Electricität den theoretiſchen Phyſikern auch ſcheinen mag, ſo wenig wird doch durch ſie das Phänomen gehörig erklärt.

Es wird in ihr angenommen, Feuchtigkeit ziehe den Blitz zum Graſe herab; es finden ſich aber Zauberringe an völlig trockenen Orten. — Ferner ſoll die von der Näſſe angezogene Wolke cylindriſch oder coniſch werden, und der electriſche Strom an ihrer Auſsenfläche herab fahren, und einen kreisförmigen Ring einbrennen, einen ſo genannten Hexenkreis; aber ſtatt immer rund zu ſeyn, ſind die Hexenkreiſe vielmehr von ſehr verſchiedener Form, bald Kreiſe, (wiewohl ſelten ganze,) bald Segmente, mitunter auch unregelmäſsige Flecke. — Dabei verändern ſie allmählig ihre Geſtalt und Lage, und es läſst ſich bei mehrern ſehr deutlich wahrnehmen, daſs ſie jährlich gröſser werden. Dieſes Entſtehen aus einem kleinen Flecke iſt ein vorzüglich ſtarkes Argument dagegen, daſs der Blitz ſie bilden ſoll. — Der

Blitz ſoll den Raſen in dieſen Ringen calcinirt haben; dann müſsten ſich aber nothwendig auch Spuren des Blitzes in der Erde unter dem Torfe finden, welches nicht der Fall iſt, wie man ſich durch ſorgfältige Nachſuchungen überzeugt hat.

Doch ſtatt weiterer Widerlegungsgründe ſtehe hier eine Stelle, die ſich in des ſel. Dr. Withering ſehr genauem botaniſchen Werke am Ende ſeiner Beſchreibung des *Agaricus orcades* findet, worin das Phänomen der Zauberringe auf eine weit genügendere Art erklärt wird.

„Ich bin überzeugt," ſagt er, „daſs die ſchlecht bewachſenen braunen oder die ſtark bewachſenen grünen Kreiſe auf den Weideplätzen, welche man Zauberringe nennt, durch das Wachſen dieſes Agaricus bewirkt werden. Wir haben in Edgbaſton Park, neben einem Felde, das nach Südweſt zu geneigt iſt, mehrere ſolcher Zauberringe von verſchiedener Geſtalt. Der gröſste, der 18 Fuſs im Durchmeſſer hat und ungefähr eben ſo viele Zolle an Umfang breit iſt, wo die Agarici wachſen, beſteht ſeit mehrern Jahren, am Abhange eines daran ſtoſsenden Weideplatzes, der nach Süden liegt, und wo der Boden grober Sand iſt. Die gröſsern Kreiſe ſind ſelten vollſtändig; der hier erwähnte iſt etwas mehr als ein halber Kreis, doch die Figur nicht genau. Wenn man da, wo der Ring braun und faſt ganz kahl iſt, den Boden etwa 2 Zoll tief aufwühlt, ſo finden ſich gräulich-weiſse Knötchen

(*Spawn*) dieses Schwammes; an den Stellen dagegen, wo das Gras wieder grün und geil wächst, fand ich unter der Erde nie etwas von diesem Schwamme. Eine ähnliche Art, zu wachsen, findet bei einigen lederartigen Lichens, besonders bei *Lichen centrifugus*, Statt, welches sich von einem Mittelpunkte nach dem Umfange zu verbreitet, und in der Mitte allmählig abstirbt; eine Bemerkung, die schon Linné gemacht hat, und welche gleichfalls von der Art des Wachsthums des *Agaricus orcades* im Allgemeinen gilt.

VIII.

PROGRAMM

der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem für das Jahr 1804. *)

Die Gesellschaft hielt am 26sten Mai zum 52sten Mahle ihre ausserordentliche jährliche Sitzung. Der präsidirende Director J. Teding van Berkhout eröffnete sie mit einem Berichte über die Abhandlungen, welche die Gesellschaft seit ihrer letzten jährlichen Sitzung erhalten hatte. Aus diesem Berichte ergab sich Folgendes:

1. Die erste Preisfrage betraf *die Naturgeschichte und physische Beschreibung der Wallfische, so fern sich daraus Aufklärung über die Orte, wo diese Thiere sich jetzt befinden, und über die leichtesten und zuverlässigsten Mittel ziehen läſst, die schon üblich oder erst anzuwenden sind, um die Wallfische sogleich zu tödten und sich ihrer auf das schnelleste und sicherste zu bemächtigen.* Auf diese Frage ist eine Abhandlung in holländischer Sprache mit der Devise aus Pope: *Grant that the powerfull* etc., eingelaufen. Es wurde einstimmig beschlossen, das Verdienst derselben in diesem Programme anzuerkennen, und dem Verfasser bekannt zu machen, daſs man die Absicht habe, sie bei einer der nächsten ausserordentlichen Sitzung zu krönen, wenn er sie in einigem, was man darin vorzüglich vermiſst, wird vervollkommnet haben, worüber er bei dem Sekretär der Gesellschaft, auf eingegebene Addresse, Auskunft erhalten kann.

*) Man findet es hier ganz vollständig und unabgekürzt, weil die Gesellschaft dieses wünscht. *d. H.*

2. Auf die Preisfrage: *Welches Licht haben die Entdeckungen der Zerſetzung des Waſſers und der atmoſphäriſchen Luft über die Art verbreitet, wie die Pflanzen ihre Nahrung erhalten; und was läſst ſich daraus zur Verbeſſerung der Kultur nützlicher Pflanzen folgern?* war eine deutſch geſchriebene Abhandlung mit dem Motto: Θεοι etc., eingegangen. Man fand ſie zu oberflächlich und für den Zweck der Frage zu ungenügend, als daſs ſich ihr der Preis hätte zuerkennen laſſen, und beſchloſs, die Frage noch ein Mahl aufzugeben, ſo daſs die Abhandlungen vor dem 1ſten Nov. 1805 einzuſchicken ſind. Die Geſellſchaft bemerkt zugleich, ſie wünſche, daſs man in der Beantwortung dieſer Frage mehr das berückſichtige, was ſie von allem, was ihr vorgelegt wird, fordert, nämlich Klarheit und Kürze im Vortrage, und eine genaue Abſonderung deſſen, was dargethan iſt, von dem, was bloſse Hypotheſe iſt, damit man den gegenwärtigen Zuſtand unſrer Kenntniſſe über dieſen Gegenſtand deutlich überſehen könne; und daſs man über dies zeige, was ſich daraus für Aufklärungen ſchöpfen laſſen.

3. Die Preisfrage: *Wie weit kennt man, nach den neueſten Fortſchritten in der Phyſiologie der Pflanzen, die Art, wie die verſchiedenen Düngungsmittel für verſchiedenen Boden die Vegetation der Pflanzen befördern, und was folgt daraus für die Wahl des Düngers und für die Fruchtbarmachung unbebauter und dürrer Ländereien?* hat nur Einen Beantworter gefunden. Man urtheilte, daſs die holländiſch geſchriebene Abhandlung, deren Deviſe iſt: *Cognitio contemplativa* etc., keine Rückſicht verdiene, weil ſie zeigt, daſs ihr Verfaſſer mit den neueſten Entdeckungen über dieſen Gegenſtand unbekannt iſt, und beſchloſs, die Frage zu wiederhohlen. Die Abhandlungen ſind vor dem 1ſten Nov. 1805 einzuſchicken.

4. Auf die Frage nach den *physischen Gründen, aus welchen der Rauch in den Schornsteinen aufsteigt, und einer darauf gegründeten Theorie des Schornsteinbaues, und der Verbesserung rauchender Schornsteine*, waren drei Abhandlungen eingegangen: zwei deutsche mit den Devisen: *Simplex sigillum veri*, und: *Zum allgemeinen Besten*, und eine holländische mit der Devise: *Hy die door rook* etc. Keine von allen dreien wurde des Preises würdig befunden.

5. In ihren gewöhnlichen Sitzungen waren der Gesellschaft zum Drucke in ihren Schriften vorgelegt und von ihr gebilligt worden: *a. Eine Beschreibung einer sehr besondern Eisenmasse, die man im südlichen Afrika gefunden hat, von* M. van Marum. *b. Nieren voll Steine, aus dem Körper eines 5jährigen Knaben*, vorgelegt und beschrieben von J. Puijn, Chirurgus und Accoucheur zu Harlem.

6. Folgende drei schon für den 1sten Nov. 1803 aufgegebene Preisfragen hatten keinen einzigen Beantworter gefunden, und man hat daher beschlossen, sie nochmahls, und zwar mit dem Einsendungstermine *vor dem 1sten November* 1805, aufzugeben:

A. *Was haben uns die neuesten Beobachtungen über den Einfluss des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft*, (sey er gebunden oder nicht,) *unter Beiwirkung des Lichts, auf die Veränderung der Farben gelehrt; — und was läſst sich daraus für Nutzen ziehen?* Die Gesellschaft wünscht, dass man mit Kürze und Präcision das nachweise, was durch Beobachtungen und Versuche bewiesen ist, damit wir unsre Kenntnisse hierin leicht übersehen und im Handel und Wandel benutzen können.

B. *Was ist bis jetzt über die Reinigung des verdorbenen Wassers und anderer Substanzen mit Holzkohle, durch die Erfahrung hinlänglich bewiesen? wie weit läſst sich die Art, wie das geschieht, aus den Gründen der Chemie er-*

klären? und was läſst ſich noch weiter davon für Gebrauch machen?

C. *Was weiſs man bis jetzt über den Lauf oder die Bewegung des Safts in den Pflanzen? Wie lieſse ſich eine vollſtändigere Kenntniſs von dem erlangen, was hierin noch dunkel und zweifelhaft iſt? Und führt das, was in dieſer Hinſicht durch entſcheidende Verſuche gut bewieſen iſt, ſchon auf nützliche Fingerzeige für die Kultur der Bäume und Pflanzen?*

Für das gegenwärtige Jahr hat die Geſellſchaft beſchloſſen, folgende vier *neue Preisfragen* aufzugeben, für welche der äuſserſte Termin der Concurrenz gleichfalls *der 1ſte November* 1805 iſt.

I. Da die Erfahrung von Zeit zu Zeit gelehrt hat, daſs Regenwaſſer, welches durch bleierne Rinnen flieſst, oder in Bleigefäſsen aufgefangen wird, ſo mit Blei geſchwängert iſt, daſs es ſehr ungeſund wird, ja manchmahl ſelbſt gefährliche Krankheiten veranlaſst, und da die auf andern Wegen mit Blei vermiſchten Speiſen und Getränke der Geſundheit in verſchiedenen Graden gefährlich werden; ſo verlangt die Geſellſchaft: *Eine deutliche und kurze, dabei aber doch vollſtändige Abhandlung über dieſen Gegenſtand, damit man durch ſie auf Vergiftungen durch Blei und die Vorſichtsmittel, um ſolche zu vermeiden, mehr aufmerkſam gemacht werde.* Die Geſellſchaft wünſcht vorzüglich: 1. *daſs man durch Verſuche und Beobachtungen die Fälle ausmittle, in welchen allein das Blei das Waſſer vergiftet.* Ob dazu Bleiplatten nach Verſchiedenheit der Art, wie ſie fabricirt werden, mehr oder weniger geeignet ſind? ob dazu das Bleiweiſs beiträgt, womit man die Breter anzuſtreichen pflegt, mit denen man die bleiernen Dachrinnen bedeckt? und welches die ſicherſten Mittel ſind, die Vergiftung des Waſſers durch Blei zu verhindern, wenn man ſich des Bleies zu Rinnen bedient. 2. *Daſs man zeige, ob man hinläng-*

lich Ursache habe, anzunehmen, wie es vor einigen Jahren geschah, daſs die Bleiglasur manches Töpfergeschirrs die Speise vergifte, und was in diesem Falle zu beobachten ist, um die daher entstehende Gefahr zu vermeiden.

II. *Ist die schottische Fichte, (Pinus silvestris,) der schicklichste Baum, um damit die dürren Sandstriche der batavischen Republik zu bepflanzen, und sie durch das jährlich abfallende Laub zu verbessern und zu einer einträglichern Kultur fähig zu machen? oder kennt man andere Bäume oder Sträuche, die auf einigen der dürren Landstriche hierzu zweckmäſsiger sind? Wo hat man hier oder anderwärts Nutzen von Fichtenpflanzungen auf dürren Landstrichen wahrgenommen, und welche Regeln hat die Erfahrung im Anpflanzen der Fichten auf verschiedenem Boden gelehrt, um den besten Erfolg zu erhalten?*

III. *Ist die Verminderung des Lachses in unsern Strömen und die Abnahme des ehemahls so blühenden Lachsfanges in der That dem Fange der jungen Lachse in Reuſsen, um den Aalen als Lockspeise zu dienen, und der Vermehrung verschiedener fischfressender Wasservögel zuzuschreiben,* (siehe C. Vonk's Abh. über den Lachs unsrer Flüsse in Band 2 der Abhandl. der ökonomischen Societät,) *oder rührt sie vielmehr von der immer zunehmenden Menge von Meerschweinen, Delphinen und andern gefräſsigen Seethieren her, die sich an unsern Küsten und in den Mündungen unsrer Ströme aufhalten, und die, wie man glaubt, die Lachse verschlingen? Und wie würden in diesem Falle die Meerschweine am besten zu jagen und zu fangen seyn?* Die Gesellschaft wünscht, daſs man eine kurze Naturgeschichte des Lachses, oder wenigstens so viel davon beifüge, als zur Aufklärung der Frage dienlich ist.

IV. *Was giebt es für allgemeine, gewisse, und den Gesetzen der Musik entsprechende Regeln, die auf eine absolute Art in Beziehung auf die Sprachen die Harmonie*

in der Ausſprache beſtimmen; und in wie weit hängt hievon die Eleganz einer Sprache ab?

Die Concurrenz zu folgenden in den vorigen Jahren von der Geſellſchaft aufgegebenen Preisfragen läuft mit dem 1ſten Nov. 1804 ab.

1. *In wie weit läſst ſich aus den in den Niederlanden angeſtellten meteorologiſchen Beobachtungen die Phyſik der Winde für dieſes Land aufſtellen? Welches ſind die herrſchenden Winde? In welcher Ordnung folgen ſie gewöhnlich auf einander? Aus welchen vorher gehenden Umſtänden laſſen ſich hier in beſtimmten Fällen die Veränderungen des Windes vorher ſehen; und welchen Einfluſs pflegen dieſe Veränderungen auf die Veränderung des Wetters zu haben?*

2. Die Geſellſchaft wünſcht zur Beförderung der Naturgeſchichte der Niederlande zu erhalten: *einen genauen Catalog aller wirklich einheimiſchen, und nicht bloſs hierher verſetzten, Säugethiere, Vögel und Amphibien dieſes Landes, mit ihren verſchiedenen Namen in den verſchiedenen Theilen der Republik, ihre generiſchen und ſpecifiſchen Charaktere nach* Linné, *und eine Hinweiſung auf die beſte bekannte Abbildung eines jeden.* Bei jedem wären die intereſſanteſten Eigenthümlichkeiten, die Oekonomie, die Zeugung, und die Erſcheinung dieſer inländiſchen Thiere betreffend, die man beſonders in dieſem Lande beobachtet hätte, beizufügen. Was die Vögel betrifft, ſo wünſcht man ein beſonderes Verzeichniſs von denen, die, ohne hier zu niſten, ſich bei uns als Zugvögel oder nur bei beſondern Umſtänden ſehen laſſen.

3. Da es für die Fortſchritte in jedem Theile der Experimentalphyſik von groſser Wichtigkeit iſt, die vornehmſten Thatſachen deutlich und kurz bei einander ge-

ſtellt zu ſehen, ſo wünſcht die Geſellſchaft, daſs man aus der groſsen Menge von Schriften, die theils in Journalen, theils einzeln über die Wirkungen von Volta's electriſcher Säule erſchienen ſind, ausziehe: *Eine Abhandlung, welche die vornehmſten Thatſachen, mit denen* Volta's *electriſche Säule uns bis jetzt bekannt gemacht hat, und die Verſuche über ihre Wirkungen darſtellt.* Es iſt hierbei das durch Verſuche Dargethane von dem, was bloſs als Hypotheſe zu betrachten iſt, ſorgfältig zu trennen, und man erwartet bloſs die Hauptphänomene in einem klaren und kurzen Aufſatze, mit Uebergehung aller wenig intereſſanten Beobachtungen und Verſuche, und mit genauer Citation der gebrauchten Schriften dargeſtellt zu ſehen.

4. *Welches ſind die Grundſätze der Phyſik des Feuers, die Erzeugung, Mittheilung und Einſchlieſsung der Wärme betreffend, die man kennen muſs, um zu beurtheilen, wie ſich mit den Brennmaterialien zu verſchiedenem Gebrauche am ökonomiſchſten heitzen läſst? und wie lieſsen ſich wohl, dieſen Grundſätzen gemäſs, die Feuerſtätte zur Heitzung der Zimmer, und die Oefen in den Küchen verbeſſern, um mit den unter uns üblichen Brennmaterialien möglichſt ökonomiſiren zu können?*

5. *Was weiſs man bis jetzt über die Urſachen des Verderbniſſes ſtehender Gewäſſer, und laſſen ſich daraus, oder aus entſcheidenden Verſuchen, die wirkſamſten unſchädlichen Mittel herleiten, um dem Verderbniſſe ſtehender Gewäſſer zuvor zu kommen?*

6. *Welches Licht hat die neuere Chemie über die Phyſiologie des menſchlichen Körpers verbreitet?*

7. *In wie weit hat dieſes Licht gedient, beſſer als zuvor, die Natur und die Urſachen gewiſſer Krankheiten aufzuklären; und was für nützliche, mehr oder minder durch Erfahrung bewährte Folgen laſſen ſich daraus für die mediciniſche Praxis ziehen?*

8. *In wie fern hat uns die neuere Chemie bestimmte Begriffe über die Wirkungen einiger längst gebrauchter oder erst neuerlich empfohlner, innerer oder äusserer Heilmittel verschafft; und welche Vortheile lassen sich von einer solchen genauern Kenntniss für die Behandlung gewisser Krankheiten erwarten?*

Mehrere Gelehrte haben bei den Anwendungen, die sie von den Grundsätzen der neuern Chemie auf Physiologie, Pathologie und Therapie machten, unbegründete Hypothesen mit eingemischt; ein Verfahren, welches unstreitig höchst schädlich für die Fortschritte dieser Wissenschaften ist, die aus der neuern Chemie so viel Aufklärung erhalten könnten, wofern man nur, nach Lavoisier's Regel, nichts in der Chemie und in den Anwendungen der chemischen Grundsätze annimmt, als was auf entscheidende Versuche gegründet ist. Die Gesellschaft wünscht daher, dass diejenigen, welche auf diese Fragen antworten wollen, das wirklich Dargethane von dem bloss Hypothetischen mit Präcision unterscheiden, und dass man, was die Hypothesen betrifft, sich begnüge, sie anzudeuten, und nur kurz zu beweisen, wie wenig sie gegründet sind. Denn der Hauptzweck der Gesellschaft bei diesen Fragen ist, den praktischen Aerzten und Chirurgen der batavischen Republik, die mit der neuern Chemie und ihren Anwendungen auf Physiologie, Pathologie und Therapie nicht gehörig fortgeschritten sind, Aufsätze zu verschaffen, aus denen sie sich über das Licht belehren können, welches die neuere Chemie über diese Wissenschaften schon verbreitet hat, und was darin noch zu wenig gegründet, zu übereilt, oder zu zweifelhaft ist, um sich darauf verlassen zu können. Auf jede einzelne dieser drei Fragen wünscht man eine einzelne Abhandlung.

Folgende Preisfragen bestehn fortdauernd für eine unbestimmte Zeit.

I. *Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden, gelehrt; und welche Vorsicht muss desshalb in ihrer Vertilgung beobachtet werden?*

II. *Welches sind die ihren Kräften nach bis jetzt wenig bekannten einheimischen Pflanzen, die in unsern Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden, und ausländische ersetzen könnten?* Abhandlungen, welche hierüber der Gesellschaft eingereicht werden, müssen die Kräfte und Vortheile dieser einheimischen Arzeneimittel nicht mit Zeugnissen bloss von Ausländern, sondern auch mit Beobachtungen und Versuchen, die in unsern Provinzen angestellt sind, belegen.

III. *Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen, und welche nahrhafte ausländische Pflanzen könnte man hier anbauen?*

IV. *Welche bisher unbenutzte einheimische Pflanzen geben, zu Folge wohl bewährter Versuche, gute Farben, die sich mit Vortheil in Gebrauch setzen liessen? und welche exotische Farbepflanzen liessen sich auf wenig fruchtbarem oder wenig bebautem Boden dieser Republik mit Vortheil ziehen?*

Noch erinnert die Gesellschaft, dass sie schon in der ausserordentlichen Sitzung vom Jahre 1798 beschlossen hat, in jeder jährlichen ausserordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine *ausserordentliche Gratification* verdienen, und dass sie der interessantesten der,

selben die silberne Medaille der Societät und 10 Dukaten zuerkennen wird.

Die Gesellschaft wünscht mögliche Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Ausserwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl Bewiesenen von dem, was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem *L* bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muss man mit lateinischen Buchstaben schreiben. Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devisenzetteln eingeschickt an den Herrn van Marum, Sekretär der Gesellschaft. — Der Preis auf jede Frage ist eine goldene Medaille, 30 Dukaten werth, mit dem Namen des gekrönten Verfassers am Rande, oder diese Geldsumme. Wer einen Preis oder ein Accessit erhält, ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniss der Gesellschaft seinen Aufsatz weder einzeln, noch sonst wo drucken zu lassen.

Die Gesellschaft hat ernannt zu *Directoren* in Harlem: die Herren D. J. Canter Camerling, Bürgermeister; P. N. Quarles, Rathsherrn; W. P. Barnaart. Ausserhalb der Stadt: die Herren R. J. Schimmelpenninck, Gesandten der batav. Republ. in Paris; D. R. Wykerheld Bisdom, Grand Baillif zu Leiden; A. C. W. Staring van de Wildeborg, Gouvernementsmitglied des Departement Geldern; und J. N. van Eys, Rath der Stadt Amsterdam.

Und zu *Mitgliedern* die Herren Parrot, Prof. der Experimentalphysik zu Dorpat; L. W. Gilbert, Prof. der Physik und Chemie zu Halle; D. J. Römer, Prof. der Botanik zu Zürich; W. L. A. Matthiä, Prof. zu Blankenburg; Adolph Dankelmann zu Batavia; Joh. Calkoen zu Amsterdam; Jac. Puijn, Chirurg und Accoucheur zu Harlem.

IX.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der Utrechter Gesellschaft der Künste und Wissenschaften,

ausges. in ihrer Zusammenkunft am 15ten Junius 1803, auf den 1sten Oct. 1805.

Preis 30 Dukaten, in einer goldenen Medaille, oder in Natur. — Die Abhandlungen müssen, wenn sie deutsch sind, wenigstens mit lateinischen Lettern geschrieben seyn, und entweder dem Prof. Rossyn oder dem Dr. van Toulon in Utrecht eingeschickt werden. Sie bleiben Eigenthum der Gesellschaft, und dürfen nirgends anders abgedruckt werden.

1. „Da die neuesten Beobachtungen und Versuche über die *Electricität*, über den *Zitteraal* und ähnliche Fische und über die *Galvani'sche Kraft*, eine so grosse Aehnlichkeit in ihrer Natur, und zugleich eine so merkbare Verschiedenheit in ihren Wirkungen anzudeuten scheinen; so wird eine vergleichende Darstellung dieser Kräfte und ihrer Wirkungen verlangt, die deutlich entwickelt und auf Versuche gegründet seyn muss." *)

2. „Welches sind die Ursachen, warum die jetzt *herrschenden Krankheiten* der verschiedenen Jahreszeiten bei unsern Landleuten nicht so *einfach* mehr sind, als in frühern Zeiten? ob die Ursachen einer ansteckenden, galligen, schleimigen Art und mehrere andere zugleich Statt finden? Welches ist der beste Weg, im An-

*) So weit wir bis jetzt die Wirkungen des Galvanismus kennen, scheinen Cavendish und Volta diese Frage schon vollständig beantwortet zu haben. *d. H.*

fänge solcher Krankheit sicher zu unterscheiden, welche von diesen Quellen die Oberhand hat, und wie ist darnach die Heilmethode einzurichten?" Diese Frage war schon für 1800 aufgegeben, blieb aber ohne Antwort.

Eine andere, schon 1799 aufgegebene und 1802 mit *doppeltem Preise* erneuerte Frage, für den 1sten Oct. 1804, betrifft die so genannte *Humoral-Pathologie*: „Welche eigenthümliche Krankheiten und Fehler der Säfte, die Gaubius aufführt, wirklich im Körper Statt finden, und welche bloss eingebildet sind? In wie fern solche Krankheiten von der eignen und ursprünglichen Ausartung der Säfte entstehen können, und ob sie von den veränderten Lebenswirkungen der Gefässe und festen Theile allein, oder vorzüglich abhangen? Welches sind die Heilmittel, und wie ist die Wirkung derselben zu beweisen?"

Der besten Abhandlung aus irgend einem Fache der *Chemie*, und ihrer Anwendungen, welche vor dem 1sten Oct. 1804 eingesendet wird, ist eine Medaille von 20 Dukaten, und dem Accessit eine silberne Medaille bestimmt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, ACHTES STÜCK.

I.

PRÜFUNG der Hypothese des Grafen von Rumford über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten,

vom

Hofrath PARROT,
Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Zweiter Abschnitt.
Widerlegung des Satzes der absoluten Nichtleitung durch directe Versuche, und Aufstellung eines neuen wichtigen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung.

Der Herr Graf von Rumford stützt seinen Beweis, dass die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme sind, auf folgenden Hauptschluss, der allen seinen Untersuchungen hierüber zum Grunde liegt.

„Wenn die Flüssigkeiten absolute Leiter der Wär-
„me sind, so müssen sie, wie die festen Körper, die

„Wärme nach allen Richtungen und in allen Fällen
„leiten, und alſo auch in ſolcher Richtung, wo man
„erweiſen kann, daſs keine Strömungen innerhalb der
„Flüſſigkeit Statt finden. Ein ſolcher Fall tritt ein, wenn
„man die Flüſſigkeit, wenn ſie über 40° F. warm iſt,
„von oben erwärmt, oder, wenn ihre Temperatur un-
„ter 40° F. beträgt, von unten erkältet, weil alsdann
„der ſpecifiſch leichtere Theil der Flüſſigkeit beſtändig
„oben ſeyn wird, und alſo keine Strömungen erzeugen
„muſs, um den Geſetzen der Hydroſtatik zu gehorchen.
„Nun aber zeigen die Verſuche, daſs die Wärme in
„dieſen beiden Fällen ſich durch die Flüſſigkeiten nicht
„fortpflanze. Alſo ſind die Flüſſigkeiten abſolute Nicht-
„leiter der Wärme.“

Wie wenig der Minor dieſes Syllogismus als wahr angeſehen werden darf, habe ich hinlänglich gezeigt. Allein der Major iſt wahr. Noch mehr, auch das Umgekehrte deſſelben iſt wahr, und wir dürfen dreiſt behaupten, daſs, wenn die Wärme in den Flüſſigkeiten fortgepflanzt wird, auch in den angeführten Fällen da eine Strömung unmöglich gemacht worden iſt, die Flüſſigkeiten abſolute Wärmeleiter ſind, da ſonſt kein bekanntes mechaniſches Naturgeſetz die Phänomene der Wärmeleitung in dieſen Fällen zu erklären vermögend iſt. Der Minor, welchen ich zu meinem Syllogismus nöthig habe, nämlich, daſs auch in dieſen Fällen Wärmeleitung Statt finde, will ich nun durch directe Verſuche ſtrenge beweiſen.

Meinen Apparat ſtellt Fig. 1, Taf. V, in halber Naturgröſse vor. Ein heberförmig gebogenes Queckſilberthermometer mit ſeiner Scale, deren

unterste Eintheilung den Reaumürischen o Grad anzeigt, und das so gefüllt ist, dass dieser o Grad in dem langen Schenkel sich befindet, wird mit einer oben und unten offenen Glasröhre so verbunden, dass die Kugel und ein Theil ihrer Röhre in der grossen Röhre von unten herauf hervor ragt. Der untere Theil der Röhre ist vermittelst eines Korks, durch welchen das Thermometer geht, wasserdicht verschlossen. Oben ist an der Scale ein messingener Haken befestigt, an welchem ein eiserner Cylinder an einem Drahte in der Glasröhre hängt. Mehrere Drähte, die man in Bereitschaft hält, verstatten es, den eisernen Cylinder mehr oder minder tief zu hängen. Der Cylinder, wie auch die Kugel des Thermometers, passen so in die Glasröhre, dass man zwischen sie und die Röhre nichts als eine Papierdicke stecken kann. Eine messingene Zwinge am untern Theile der Glasröhre angekittet, trägt auf 3 Füssen von starkem Messingdrahte den ganzen Apparat, den ich der Kürze halber das *Heberthermometer* nennen will. Da ich wünsche, dass andere Naturforscher durch Wiederhohlung der wichtigen Versuche, die ich mit diesem Instrumente angestellt habe, sich von ihrer Richtigkeit selbst überzeugen möchten, und die Uebereinstimmung der Resultate hier, wie gewöhnlich, von der Uebereinstimmung der Instrumente abhängt, so habe ich absichtlich diesen Apparat so genau als möglich gezeichnet. Indess ist eine auffallende Zahlübereinstimmung in den Resultaten nichts weniger als zur Bestätigung meiner Sätze

nothwendig, und jedes ähnliche heberförmige Thermometer, dessen Kugel den Durchschnitt der Glasröhre beinahe völlig ausfüllt, und jeder Cylinder von einer festen gut leitenden Substanz, leisten die nöthigen Dienste.

Der Gebrauch ist folgender: Ich fülle eine Flüssigkeit von gleicher Temperatur als die äußsere Luft, in die Röhre des Instruments in solcher Menge, daß, wenn der eiserne Cylinder in die Röhre hinein gesenkt wird, die Flüssigkeit an dessen Seiten zwischen ihm und der Glasröhre hinauf steige. Ehe aber der Cylinder versenkt wird, wird er bis auf den Siedepunkt des Wassers erhitzt, und zwar folgender Maßen: Da mir keine Methode bekannt ist, die Temperatur eines festen Körpers unmittelbar und genau zu erfahren, so lasse ich für jeden Versuch den Cylinder 5 Minuten lang in beständig stark kochendem Wasser liegen. Dort mag er nun die völlige Siedehitze durch und durch erhalten oder nicht; eine *gleiche* Temperatur wird er immer annehmen, wenn nur die Barometerstände während der Versuche nicht beträchtlich verschieden sind; und dieses ist hinreichend zu der Absicht, die ich mit diesem Apparate habe. Beim Herausnehmen wird er schnell abgewischt, doch nicht sehr sorgfältig, um keine beträchtliche Erkaltung zu bewirken. Gleich nach dem Einsenken des Cylinders wird der Stand des Thermometers an der Scale von Minute zu Minute beobachtet und aufgeschrieben. Durch diese Vorrichtung erreicht man folgende Absichten.

a. Man läſst eine Flüſſigkeit von oben erwärmen, und die Wärme nach unten ſich fortpflanzen bis zur Thermometerkugel. Da ich nie anders als in einer Temperatur von 12° bis 15° R. die Verſuche anſtellte, ſo habe ich die Gewiſsheit; daſs der erwärmte Theil der Flüſſigkeit zuverläſſig der leichtere iſt, mithin oben bleibt, und folglich, daſs die Erwärmung keine Strömung zwiſchen dem Cylinder und der Thermometerkugel bewirkt.

b. Da der Cylinder ſo genau in die Röhre paſst, daſs nur noch eine Papierdicke Zwiſchenraum Statt findet, ſo kann man wohl als ganz gewiſs annehmen, daſs in dieſem Zwiſchenraume durchaus keine Strömung der Flüſſigkeit, die ihn ausfüllt, möglich iſt. Man denke an die Dünne der beiden Schichten, welche an einander ſtrömen muſsten, an den Widerſtand der Adhäſion der Flüſſigkeit am Cylinder, am Glaſe und an ſich ſelbſt, an die daraus entſtehende Friction, und endlich an den äuſserſt kleinen Unterſchied der Temperatur, welche dieſe zwei Schichten haben würden; ſo wird man wahrlich mir dieſes zugeben müſſen.

c. Vermöge des eben ſo engen Zwiſchenraums zwiſchen der Thermometerkugel und der Glasröhre kann keine Strömung zwiſchen der Flüſſigkeit über und unter der Kugel Statt finden.

d. Der angeführte kleine Zwiſchenraum zwiſchen Cylinder und Glasröhre entfernt gleichfalls die Möglichkeit einer mechaniſch erregten Strömung oder Oſcillation in der untern Flüſſigkeit, in-

dem der Cylinder langſam und ohne Seitenabweichung herunter gelaſſen werden kann.

Da ich nun durch die Verſuche mit dieſem Heberthermometer allgemein prüfen wollte, ob alle Flüſſigkeiten überhaupt Wärmeleitungsfähigkeit haben oder nicht; ſo verſuchte ich es mit *Luft*, *Waſſer* und *Queckſilber*. Ich mochte nicht Oehle noch dazu nehmen, weil es faſt unmöglich geweſen wäre, dann das Inſtrument zu reinigen. Um ja mehrere Verſuche und mehrere Fälle zu haben, ſtellte ich den Verſuch mit jeder Flüſſigkeit vierfach an, ſo daſs die untere Fläche des Cylinders in verſchiedenen Entfernungen von der Thermometerkugel ſtand, zuerſt 1‴, dann 3‴, dann 6‴, endlich 12‴. Und ſo, glaube ich, daſs man die Reſultate als allgemein geltend anſehen wird. Daſs ich nach jedem Verſuche ſehr pünktlich dafür ſorgte, daſs Gefäſse und Flüſſigkeiten genau die Temperatur der umgebenden Luft hatten, brauche ich wohl nicht zu erinnern. In allen dieſen Verſuchen beobachtete ich, bis ich gewiſs war, daſs das Queckſilber im Heberthermometer nicht mehr ſtieg. Dann beobachtete ich die Temperatur der Flüſſigkeit mit einem andern ſehr kleinen und ſehr empfindlichen Thermometer, nachdem ich den eiſernen Cylinder heraus gezogen hatte. Nur mit der Luft geſchah es nicht, weil es nichts gelehrt haben würde, indem gänzliche Vermiſchung mit der äuſsern Luft beim Herausziehen des Cylinders unvermeidlich war.

Versuche mit Luft.

Zeit in Minuten.	Ister Abstand 1'''	IIter Abstand 3'''	IIIter Abstand 6'''	IVter Abstand 12'''
	Temperatur am Heberthern. in R. Graden.			
0	12,9	13,2	13,8	13,4
½	13,9	13,6	13,9	13,45
1	14,5	14,0	14,0	13,5
2	17,1	15,1	14,25	13,6
3	18,8	16,0	14,7	13,85
4	19,9	16,7	15,1	14,1
5	20,7	17,5	15,6	14,2
6	21,1	18,1	15,9	14,3
7	21,3	18,6	16,1	14,4
8	—	18,7	16,2	14,45
9	—	18,75	16,3	14,5
10	—	18,75	16,3	14,6
11	—	—	—	14,65
12	—	—	—	14,7
13	—	—	—	14,7

Folgendes ist über diese Versuche einzeln zu
emerken:

Zu I. Bei dem Herausnehmen des Cylinders
el das Heberthermometer schnell um 0,2.

Zu II. Ich hatte den Einfall, die Temperatur
nmahl über dem Cylinder zu Ende des Versuchs
1 beobachten, und fand sie = 24,5. Beim Her-
isziehen des Cylinders bemerkte ich kein Fallen
es Quecksilbers im Heberthermometer.

Zu III und IV. Beim Herausziehen des Cylinders
iderte sich der Stand des Heberthermometers nicht.

Allgemein muss bemerkt werden, dass, bei
esen und allen folgenden Versuchen mit diesem
pparate, der Cylinder nicht so vollkommen abge-

trocknet werden konnte, daſs nicht etwas Näſſe daran kleben blieb. *Daher zeigte ſich am obern Theile der Glasröhre, innerhalb, über dem Cylinder jederzeit ein Niederſchlag von Waſſerdunſt, der* [illegible] *gen Ende des Verſuchs zum Theil, etwa 4'''* [illegible] *Cylinder an gerechnet, verſchwunden war.*

Verſuche mit Waſſer.

Zeit in Minuten.	Vter Abſtand 1'''	VIter Abſtand 3'''	VIIter Abſtand 6'''	VIIIter Abſtand 12'''
	Temperatur im Heberth. in R. Graden.			
0	14,25	14,25	14,0	14,25
½	16,0	14,7	—	—
1	18,0	16,0	—	—
2	21,9	17,0	14,25	—
3	23,5	18,0	14,75	—
4	24,1	19,0	15,7	14,30
5	24,3	19,7	16,1	14,50
6	24,2	20,5	16,7	14,60
7	—	21,0	16,9	14,70
8	31,0	21,3	17,2	14,85
9	—	21,3	17,4	14,95
10	—	21,5	17,5	15,00
11	—	29,1	17,6	15,05
12	—	—	17,7	15,10
13	—	—	17,6	15,20
14	—	—	18,3	15,30
15	—	—	23,5	15,35
16	—	—	—	15,35
17	—	—	—	15,35
				16,6
				20,5

Von den zwei abgesonderten Beobachtungen am Ende jedes Versuchs bedeutet die obere den Zustand des Heberthermometers, nachdem der Cylinder heraus genommen war; die untere aber die mittlere Temperatur des Wassers mit dem kleinen Thermometer untersucht, nachdem der Cylinder heraus genommen war.

Ueber diese 4 Versuche ist zu bemerken, dass bei jedem so viel Wasser in die Glasröhre eingegossen war, dass der Cylinder sich darein tauchte, und der Raum zwischen ihm und der Röhre bis etwas über den obern Rand des Cylinders gefüllt wurde, so dass der eiserne Cylinder gleichsam in einem hohlen Cylinder vom Wasser eingeschlossen war.

Es fand ferner noch der Umstand Statt, dass eine Luftblase bei jedem Einsenken des Cylinders sich an seine untere Fläche anhing. Ungeachtet vieler Mühe, die ich mir sonst gab, um den Cylinder so zu senken, dass diese Luftblase nicht entstehen sollte, konnte ich sie doch nicht vermeiden, wenn ich nicht eine Oscillation im Wasser erzeugen wollte. Daher liess ich sie stehen. Ihre scheinbare Grösse betrug etwa 2''' im Durchmesser. Da nun die Luft, wie wir aus den vorher gehenden Versuchen zu schliessen berechtigt sind, weit weniger leitet, als Wasser, so müssen wir annehmen, dass die Resultate dieser Tabelle etwas zu klein sind.

Verſuche mit Queckſilber.

Zeit in Minuten.	IXter Abſtand 1'''	Xter Abſtand 3'''	XIter Abſtand 6'''	XIIter Abſtand 12'''
	Temperatur im Heabertherm. in R. Graden.			
0	14,3	14,2	14,2	12,6
½	29,0	25,0	18,5	12,8
1	33,6	29,0	22,6	15,1
2	34,4	30,7	26,6	17,8
3	nicht beob.	30,7	27,4	19,7
4	34,0	nicht beob.	27,4	20,4
5	—	35,2	nicht beob	20,8
6	—	—	33,2	20,9
7	—	—	—	20,9
				nicht beob.
				28,1

Hier konnte ich den Stand des Heberthermometers, gleich nachdem der Cylinder heraus gezogen wurde, nicht beobachten, weil das Queckſilber ſeiner groſsen Leitungsfähigkeit wegen augenblicklich erkaltete. Daher ſind auch die Beobachtungen der Temperatur des Queckſilbers durch das kleine Thermometer alle etwas zu klein.

Bei dieſen 4 Verſuchen hatte ich nur ſo viel Queckſilber eingegoſſen, als nöthig war, um den Cylinder bis etwa ⅔ ſeiner Höhe unterzutauchen, damit er ſich ja vollkommen bis zur gehörigen Entfernung von der Thermometerkugel ſenke.

Diese 12 Versuche sind nicht die einzigen, welche ich auf gleiche Art anstellte. Ich hatte mir vorher einen ähnlichen Apparat verfertigt, der nur durch die Dimension der Glasröhre sich von dem beschriebenen unterschied. Die Röhre war beträchtlich kürzer und dünner, aber etwas weiter, so dass rundum zwischen dem Cylinder und Glase ein Raum von mehr als 1''' übrig blieb. Damit stellte ich mehrere Versuche an, deren Resultate mit den beschriebenen nicht gleich, aber völlig analog waren. An diesen Versuchen übte ich mich gleichsam, so dass ich bei den beschriebenen alle Fertigkeit hatte, um rein zu operiren und genau zu beobachten.

Ueberlehen wir nun die Resultate dieser zwölf Versuche, so sehen wir Flüssigkeiten, in denen keine Möglichkeit einer innern Strömung vorhanden ist, die Wärme von oben nach unten sehr merklich fortpflanzen, folglich nur vermöge ihres absoluten Leitungsvermögens, und wir werden durchaus genöthigt, dieses Leitungsvermögen anzuerkennen.

Doch ich sehe noch eine Einwendung, die Graf von Rumford mir entgegen stellen kann, nämlich die, dass die Glasröhre selbst, nicht die Flüssigkeit, der Leiter der Wärme war. Ich gestehe, dass, als ich die allerersten Versuche angestellt hatte, und die folgenden entwarf, mir diese Einwendung peinigend war. Nicht dass ich wirklich geglaubt hätte, dass das Glas hier die leitende Materie sey, sondern weil es fast unmöglich schien, solche Umstände eintreten zu lassen, wo der Versuch ganz

rein, zugleich von dieſem Vorwurfe und von dem der möglichen Strömungen, wäre. Denn nahm ich anſtatt der engen Glasröhre eine weite, ſo entſtanden Strömungen in der Flüſſigkeit, und eine weite Röhre ſogar ſtand in dem Scheine der Leitung in den Augen derjenigen, welche nur disputiren wollen. Ja, Graf Rumford ſelbſt, dem ich dieſe Abſicht gewiſs nicht zutraue, hatte zur Erklärung eines ſeiner Verſuche, wo der Zwiſchenraum gewiſs beträchtlich gröſser war, als in dem meinigen, zu dieſer Erklärungsart ſeine Zuflucht genommen. — Ich war alſo, wie geſagt, zum voraus verlegen. Indeſs nahm ich die beſchriebenen zwölf Verſuche vor, in der Hoffnung, daſs genaue Beobachtung mir vielleicht einen Leitfaden aus dieſem Labyrinthe reichen würde. Wir wollen nun dieſe Verſuche *im Geiſte der Rumfordiſchen Hypotheſe* genau beleuchten, und einige Schlüſſe daraus ziehen.

Zuerſt wollen wir annehmen, das Glas werde durch den Cylinder erwärmt; daſs dieſes der Fall iſt, zeigt ſchon das Gefühl. Die Wärme breitet ſich nun durch daſſelbe nach unten aus, dringt in die Flüſſigkeit, und erzeugt ſo die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel. Dieſes kann nur vermittelſt innerer Strömungen in der Flüſſigkeit geſchehen: nun iſt aber ſchon früher bemerkt worden, daſs zwiſchen der Flüſſigkeit oberhalb und unterhalb der Kugel keine Strömungen möglich ſind; folglich muſs die Wärme aus den Wänden der Glas-

röhre nur durch partielle Strömungen bis an die Thermometerkugel reichen. Das Resultat der Strömungen im obern Raume fällt, wenigstens im Anfange, zum Nachtheile der Erwärmung aus, da die wärmere Flüssigkeit vermöge der Strömung sich nach oben zieht, also von der Kugel entfernt. Diese Strömungen können also unmöglich Temperaturerhöhungen von mehr als 10° und 14° in $\frac{1}{2}$ Minute, wie in Versuch IX und X, hervor bringen. Die Strömung in der untern Flüssigkeit wirkt zwar sogleich zum Besten der Erwärmung; aber man vergleiche die angeführten Erwärmungen mit der bekannten schlechten Leitungsfähigkeit des Glases, und versuche es, in dieser kleinen Ursache den Grund zu diesen Wirkungen zu finden.

Es erhellt aber die Unmöglichkeit, daſs die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel, nach der Rumfordischen Hypothese der Nichtleitung, der Erwärmung des Glases könne zugeschrieben werden, aus folgender Betrachtung vollkommen und unbedingt. Diese Erwärmung könnte nur durch die eben beschriebenen Strömungen geschehen. Allein die Geschwindigkeit der Strömungen, die durch Temperaturänderung entstehen, mithin die Geschwindigkeit der Wärmemittheilung an die Thermometerkugel, muſs im Verhältnisse des Ausdehnungsvermögens durch die Wärme stehen. Da aber dieses Ausdehnungsvermögen für Luft, Wasser und Quecksilber sich verhält, etwa wie die Zahlen 411, 12 und 14, so sollten die Er-

wärmungsgeſchwindigkeiten und die Erwärmungsgrade in dieſen verſchiedenen Flüſſigkeiten ſich darnach richten, welches offenbar nicht geſchieht, da das Queckſilber die Wärme viele Mahl ſchneller fortpflanzt, als die Luft und das Waſſer. Dieſes beweiſet offenbar, daſs die Wärmemittheilung von einer eigenthümlichen Eigenſchaft jeder Flüſſigkeit, welche von dem Ausdehnungsvermögen durch die Wärme, mithin von den Strömungen unabhängig iſt, herrührt.

Allein ich gehe noch weiter, und frage, wie der Glascylinder zu ſeiner ihm mitgetheilten Wärme kömmt? Wir wollen vorzüglich die Verſuche mit Waſſer nehmen. Hier ſteckte der eiſerne Cylinder ganz in einer Hülle von Waſſer, und ich glaube nicht, daſs er in einem einzigen Punkte das Glas berührt habe, weil das Waſſer, vermöge der Adhäſion, ſich in die kleinſten Zwiſchenräume einzwingt, und ſo den Cylinder überall vom Glaſe entfernt halten muſste. Der Zwiſchenraum, der etwa $\frac{1}{120}$ Zoll ausmachte, und mit Waſſer angefüllt war, konnte keine Strömung geſtatten, und lieferte alſo in der Rumfordiſchen Hypotheſe eine vollkommene Iſolirung zwiſchen dem Eiſen und dem Glaſe. Denn obſchon die Schicht nur etwa $\frac{1}{120}$ Zoll dick war, ſo enthielt ſie doch wohl mehrere Schichten von Elementartheilchen des Waſſers, da wir wiſſen, daſs Haarröhren von einem weit geringern Durchmeſſer ſich noch mit zuſammen hängenden Waſſerſäulen füllen. Will man alſo in dieſer Hypotheſe conſequent ſchlieſsen, ſo muſs man entweder annehmen,

dafs das Waffer ein abfoluter Wärmeleiter ift, oder man mufs fchliefsen, dafs die Glasröhre keine Wärme erhielt, welches wider die Erfahrung und die erfte Vorausfetzung ift.

Diefe Beleuchtung der zwölf Verfuche im Sinne der gemachten Einwendung, könnte fchon als hinlänglich zur Widerlegung diefer Einwendung angefehen werden. Allein ich war nicht ruhig, bis ich durch neue directe Erfahrungen gezeigt haben würde, dafs die Temperatur des Heberthermometers der Leitung der Glasröhre nicht zugefchrieben werden könne. Nach manchen fruchtlofen Bemühungen noch einen entfcheidenden Verfuch zu erfinden, verfiel ich auf den folgenden, der, glaube ich, allen Forderungen Genüge leiftet.

Ich füllte in mein Inftrument wieder Queckfilber bis $1\frac{1}{2}'''$ über die Kugel, gofs dann $1'''$ hoch Waffer darauf, und verfenkte meinen heifsen Cylinder darein, fo dafs er um $3'''$ von der Kugel entfernt war, alfo $\frac{1}{2}'''$ Luft zwifchen fich und dem Waffer liefs, und urtheilte folgender Mafsen: Gefchieht die Erwärmung der Kugel durch die Leitung des Glafes, vermittelft der Strömung über und unter der Kugel, fo mufs die Erwärmung der Kugel nun wenigftens eben fo grofs feyn, als da blofses Queckfilber in der Röhre war; denn die Waffer- und Luftfchicht kann keinen Einflufs, befonders auf das Queckfilber unter der Kugel haben. Ferner ift oberhalb zwar Waffer, welches mehr Wärme verfchluckt, als Queckfilber, aber auch dafür weniger Queckfilber, und zwar ziemlich im

Verhältnisse der Capacitäten für die Wärme. Außerdem aber ist eine geringere Menge von Quecksilber über der Kugel der *schnellen* Erwärmung in der Rumfordischen Hypothese günstig, weil die Strömungen nicht so lange dauern müssen, um die warmen Schichten an die Kugel zu bringen. Im Fall also die Erwärmung der Kugel von der Glasröhre herrührte, so ist der Versuch gewiss so angelegt, dass wenigstens keine geringere Erwärmung erfolgen darf, als in Versuch IX. Findet man aber eine geringere Erwärmung, so ist es ein sicherer Beweis, dass die Wärme überhaupt einen andern Weg nimmt. Hier das Resultat des Versuchs:

XIII.	
Zeit.	Temperatur.
0	12°,5
½	12,8
1	13,6
2	15,4
3	16,3
4	16,7
5	17,1
6	17,3
7	17,3
Wasser	19,9

Auffallender konnte das Resultat nicht gewünscht werden, um den Satz, den ich erweisen will, zu beweisen, und so glaube ich auch den letzten Schlupfwinkel der Nichtleitungshypothese vernichtet zu haben. *)

Indess will ich noch 2 Versuche dieser Art hier anführen, nicht zur Unterstützung des vorher gehenden, der dessen nicht bedarf, sondern in anderer Rücksicht. In XIV hatte ich über der Kugel 1½''' Queck-

*) Auf eine noch directere Art heben Murray's Versuche in einem Gefäße aus Eis, *Annalen*, XIV, 158.

)ueckfilber, und dann fo viel Waffer, dafs der Cy-
inder darein tauchte, wie in V, VI, VII und VIII.
n XV hatte ich 2''' Queckfilber, das Uebrige Luft.
)er Cylinder hing, wie in XIII, 3''' über der
ugel.

Zeit in Minuten.	XIV.	XV.
	Temper. im Hebertherm.	
0	12,3	12,4
½	13,8	14,1
1	16,7	14 1
2	19,3	15,7
3	20,9	16,4
4	21,4	17,0
5	21,7	17,3
6	21,6	17,3
Waffer	30,9	

Die Refultate diefer beiden Verfuche weichen weniger als die des vorhergehenden von IX ab, aber noch genug, um für fich fchon das völlig zu beweifen, was fie beweifen follen. Eine wichtige Frage drängt fich aber hier auf: *Was ift die Urfache zu diefen wirklich ungeheuern Unterfchieden?* Diee Frage werde ich nachher beantworten. Vorher ıufs ich noch über einen nicht minder wichtigen egenftand das Verfprochene beibringen.

Ich habe fchon erwähnt, dafs der Graf von umford im zweiten Theile feines VIIten Effay's inen Verfuch erzählt habe, in welchem gemeines efärbtes Waffer mehrere Tage lang über falzigem ngefärbten geftanden habe, ohne dafs fich *die Faren* der beiden Flüffigkeiten gemifcht haben. Mehr eweifet diefer Verfuch nicht. Aber Graf Rumord folgert daraus, dafs die Flüffigkeiten fich

158, 167, alle Zweifel wegen der Leitungsfähigkeit des Gefäfses. *d. H.*

nicht gemifcht haben, dafs das Salz im untern Waffer geblieben fey, und zieht fogleich den Schlufs, dafs alle chemifche Verwandfchaftsäufserungen nichts als Folgen von mechanifchen Mifchungen find, welche die Strömungen in den Flüffigkeiten von fpecififch verfchiedenen Gewichten erzeugen. Da nun diefer Satz gleichfam als eine Ausdehnung desjenigen, der der Gegenftand diefer Abhandlung ift, vom Grafen Rumford felbft angefehen wird, und die Folgerung, welche er aus ihm zieht, über dies von einer unendlichen Wichtigkeit für die gefammte Naturlehre ift; fo hielt ich es der Mühe werth, den Verfuch mit aller erdenklichen Vorficht, mit allen Hülfsmitteln, die ich fammeln konnte, zu wiederhohlen, um über deffen wahren Inhalt urtheilen zu können.

Verfuch XVI. Vorerft veranftaltete ich, meiner Gewohnheit gemäfs, einen flüchtigen Verfuch, um durch denfelben alles voraus bemerken zu können, was fich Bemerkenswerthes fo wohl in den Handgriffen als in der Beobachtung zeigen würde, und brauchte, in Ermangelung eines Tournefolsläppchens, Lackmufstinctur. Das Zimmer, wo die Verfuche gefchahen, war im Rez de chauffée den ganzen Winter unbewohnt und kalt, und ich forgte für gleiche Temperatur des Waffers. Die Gefäfse ftanden auf einem ungeheizten faft ganz frei ftehenden Ofen, der, wie hier zu Lande gebräuchlich ift, auf einem fteinernen Fundamente ruhte; dadurch hatte ich, denke ich, alles für die Erhaltung der innern

Ruhe in meinen Waſſern gethan. In der That ſtand die ganze Zeit von 22 Stunden das blaue Waſſer völlig unentfärbt, von unten ſcharf abgeſchnitten, und das untere völlig ungefärbt. Bloſs gegen Ende verliefen ſich die Ränder etwas in einander, doch nur ſehr wenig, ſo daſs man in der Entfernung von einigen Fuſsen die Scheidung für ganz ſcharf anſah. Vielleicht auch ſchien in der Nähe der Rand des gefärbten Waſſers ſich gemiſcht zu haben nur deſswegen, weil ſich mein Auge nicht völlig in der Horizontalebene der Scheidungsfläche der Flüſſigkeiten befand. Nach dieſen 22 Stunden zapfte ich jedes dieſer Waſſer mit einem Heber ſorgfältig in abgeſonderte Gläſer ab, mit der Vorſicht, kein Waſſer $\frac{1}{2}$ Zoll über und unter dem Rande mitzunehmen. Ich koſtete in Geſellſchaft einer meiner hieſigen Collegen, Herrn Prof. German's, die blaue Flüſſigkeit. Sie ſchmeckte ſcharf-ſalzig, obſchon weniger als die ungefärbte; und als ich den gröſsten Theil derſelben auf der Weingeiſtlampe abrauchen lieſs, hatte ich eine namhafte Portion Kochſalz auf dem Boden.

Dieſer Verſuch munterte mich auf, den folgenden mit der gröſsten Sorgfalt, ebenfalls in Geſellſchaft des Herrn Prof. German, anzuſtellen, und zwar mit einem glockenförmigen Gefäſse von 7″ Durchmeſſer und 9″ Höhe, um ja Waſſer genug zu haben, um alles erforderliche damit anfangen zu können. Ich hatte mich im voraus mit einem gehörig langen, unten fein zugeſpitzten Glastrichter ver-

fehen, und mit einem bequemen Heber. Ferner nahm ich zwei Aräometer zu Hülfe, ein Fahrenheitifches nach Nicholfon's Conftruction, welches 3000 Gran wiegt und für das deftillirte Waffer von 14° Temperatur 500 Gran Auflegegewicht erfordert, und bei welchem $\frac{1}{2}$ Gran Zulage fehr merklich ift, womit ich alfo das fpecififche Gewicht von Flüffigkeiten bis auf $\frac{1}{6000}$ leicht beftimmen kann. Weil aber zuweilen Verfehen gemacht werden, wenn man die aufgelegten Gewichte eifrig und folglich fchnell zählt, fo brauchte ich noch das von Homberg erfundene und von Haffenfratz aufgefrifchte und verbefferte Aräometer. Ich habe es noch nicht für deftillirtes Waffer angewendet; von dem gefärbten nicht falzigen Waffer enthielt es bei der damahligen Temperatur von + 5° R. 898 Gran.

Da der vorige Verfuch mich belehrt hatte, dafs die beiden Waffer fich der Farbe nach völlig unvermifcht erhalten, auch wenn fie nicht mit fchmelzendem Eife umgeben find; da ich ferner glaube, dafs in der Temperatur des Frierpunkts die Verwandtfchaften überhaupt viel fchwächer find, als in höhern, obfchon kaltes Waffer fo viel Kochfalz auflöfet als warmes, und ich aufserdem den Verfuch fo haben wollte, dafs er nicht blofs für diefen Fall des Frierpunkts, der fonft faft immer Ausnahmen macht, oder vielmehr oft eine Gränzlinie für abwechfelnde Reihen von Phänomenen abgiebt: fo liefs ich abfichtlich das fchmelzende Eis weg, und freute mich, dafs

ich eine Temperatur von + 4° bis + 5° R. hatte, theils um das Spiel der Verwandtſchaften nicht zu ſehr zu erhöhen, theils auch vorzüglich, damit, wenn ja eine kleine Veränderung in der Temperatur des Zimmers geſchehen ſollte, ihre Wirkung auf die Ausdehnung der Flüſſigkeiten ein Minimum blieben und alſo gewiſs keine hier gefährlichen Strömungen erzeugen könne. *) Sie geſchah, wie geſagt, und betrug beinahe 1° R., alſo hier nichts bedeutendes. Mit völliger Gewiſsheit kann ich alſo darauf rechnen, daſs der folgende Verſuch als entſcheidend angeſehen werden kann.

Verſuch XVII. Ich bereitete zuerſt die beiden Flüſſigkeiten mit einerlei Waſſer, die ſalzige ungefärbt und die ungeſalzene blau gefärbt, und ſeihete ſie bloſs durch grobe Leinwand, indem es mir nicht einmahl unangenehm war, feine Unreinigkeiten darin zu haben, welche mir Strömungen entdeckt haben

*) Graf von Rumford ſelbſt führt S. 115 nach de Lüc'ſchen Beobachtungen an, daſs nahe am Frierpunkte die letzten 22½° F. oder 10° R. das Waſſer ſein Volumen nur um 0,0002 ändert. Nun hatte ich während der 22 Stunden des Verſuchs nicht einen vollen Grad Temperaturänderung; folglich konnten ſie nicht 0,00002 Aenderung in den ſpeciſiſchen Gewichten ausmachen, alſo auch wahrlich keine Strömungen erzeugen, *die beide Waſſer hätten miſchen können.* Ja, ich glaube, daſs man dreiſt annehmen kann, daſs Temperaturänderungen von 10° R. *dieſe* Strömungen nicht erzeugen würden.
P.

würden, wenn ja welche Statt gefunden hätten. Dann bestimmte ich ihr specifisches Gewicht nach beiden Aräometern. Es war

fürs blaue Wasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3507
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	898

für das Salzwasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3650
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	$939\frac{1}{2}$

Nun goss ich erst die blaue Flüssigkeit in die Vase vorsichtig, wartete es ab, bis alle Oscillationen darin verschwunden waren, und goss dann vermittelst eines langen gläsernen Trichters mit einer sehr engen Oeffnung (von $\frac{1}{10}''$) das Salzwasser auf den Grund des Gefässes. Die obere Flüssigkeit stieg völlig horizontal in die Höhe, und von der untern scharf abgesondert. Damit aber beim Abnehmen des Trichters das Salzwasser, das in dessen langem Halse enthalten war, nicht in die blaue Flüssigkeit käme, verschloss ich diesen Hals von oben mit einem Korke völlig, so dass, beim Herausnehmen, das Salzwasser in der Röhre wie in einem Stechheber hing, und ganz heraus kam, ohne den geringsten Verlust. Ich hatte also redlich dafür gesorgt, dass durchaus kein Salz in die obere Flüssigkeit kam, als dasjenige, was von selbst aufsteigen würde.

Während 22 Stunden fand ich beide Flüſſigkeiten dem Scheine nach völlig unvermiſcht, nur ſchien die Gränze etwas weniger ſcharf als beim Einſetzen. Indeſs hatten meine Familie und meine Domeſtiken den Befehl erhalten, keine Thür im Hauſe zuzuſchlagen. — Etwa in der 22ſten Stunde zapfte ich beide Flüſſigkeiten mit einem Heber ab, jede in ein beſonderes Gefäſs, mit der Vorſicht, wenigſtens 1 Zoll Waſſer über und unter der Gränze ſtehen zu laſſen, um ja der etwas verwiſchten Gränzlinie nicht nahe zu kommen. Nun wog ich beide Waſſer wieder und fand:

für das blaue Waſſer:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3513
Gewicht des Waſſerinhalts im Hombergiſchen Aräometer	902

für das ungefärbte Salzwaſſer:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3630
Gewicht des Waſſerinhalts im Homb. Aräom.	935

Aus dieſen Gewichtsunterſchieden beider Flüſſigkeiten vor und nach dem Verſuche iſt es offenbar, daſs das blaue Waſſer Salz erhalten, das ungefärbte aber Salz verloren hatte. Noch mehr zeigte das der Geſchmack; am deutlichſten die Abdampfung. Denn ich erhielt durch die Abdampfung von 898 Gran des blauen ſalzig gewordenen Waſſers einen Bodenſatz von 18 Gran, der allerdings nicht bloſses Salz war, da ich wuſste, daſs, auſser dem blauen Pigmente, das ungeſalzene Waſſer noch kohlenſauren Kalk enthielt. Ich nahm alſo unge-

falzenes blaues Waffer von dem nämlichen Verfuche, und rauchte eine gleiche Menge ab, und fand nun den Bodenfatz = $12\frac{1}{2}$ Gran, fo dafs die eigentliche Salzmenge $5\frac{1}{2}$ Gran, und der Gehalt alfo etwa $\frac{1}{163}$ ausmachte.

So fah ich gleichfam im Geifte das Salz aus dem untern Waffer ins obere wandern; allein ich wollte gern es mit den leiblichen Augen auch fehen. Kochfalz konnte ich zwar nicht auf eine fichtbare Art wandern laffen, wohl aber andere Stoffe. Ich nahm daher am nämlichen Tage etwas Schwefelfäure, verdünnte fie in fehr vielem Waffer, fo dafs ihr fpecififches Gewicht im Hombergifchen Aräometer 922 nach Herftellung der Temperatur betrug, da hingegen das blaue ungefäuerte Waffer wie vorher 898 wog. Diefe beiden Flüffigkeiten behandelte ich auf eine ähnliche Art und mit den nämlichen Vorfichten wie das Salzwaffer. Zugleich hatte ich ein Glas voll blauen Waffers daneben aufgeftellt, um die Farbenänderungen in der über der Säure fchwebenden blauen Flüffigkeit genau fchätzen zu können. So wie die Säure mit der gröfsten Vorficht über die Lackmufstinctur kam, röthete fich augenblicklich die blaue Gränze, ohne fich zu verwifchen, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll hoch völlig, und die obern Schichten wurden gleich violett. Nach und nach nahm die rothe Farbe in den obern Schichten zu; gegen Abend war fie hochroth; am folgenden Morgen, als ich den Verfuch mit Salzwaffer beendigte, war alle obere Flüffigkeit blafs rofenroth. Früher

hatte die Gränze angefangen, ſich zu verwiſchen; das kam aber nicht von einer mechaniſchen Vermiſchung her, ſondern weil die Farbe durch den unmittelbaren Contact der Säure anfing zerſtört zu werden. Ein anderes Glas, gleichfalls mit Lackmuſstinctur und Säure gefüllt, gab ganz ähnliche Reſultate, nur ſchneller, weil die Farbe weniger intenſiv war, als im andern gröſsern Glaſe. Ich wog nun beide Flüſſigkeiten im Hombergiſchen Aräometer, und fand die rothe = 907, die ungefärbte 918. Ein offenbarer Beweis, daſs die Säure in namhafter Menge übergetreten war.

Dieſe wichtigen Facta zeigen uns unwiderſprechlich, daſs chemiſche Miſchungen völlig ohne mechaniſche geſchehen können, nur langſamer, daſs alſo mechaniſche Vermiſchungen, wenn ſie bei chemiſchen Statt finden, durchaus unweſentlich, eigentlich zufällig ſind.

Man erlaube mir, den disputatoriſchen Theil dieſer Abhandlung mit einer gewiſs nicht ganz unwichtigen Bemerkung zu ſchlieſsen. Wenn ein Mann von ſo entſchiedenen Verdienſten, von einem ſo vorzüglichen Scharfſinne für phyſikaliſche Unterſuchungen, als der Gr. von Rumford, ſo weit die Wahrheit verfehlen konnte, beſonders bei der Menge von Verſuchen, die er anſtellte; ſo dürfen wir, glaube ich, uns zur feſten Regel in phyſikaliſchen Unterſuchungen machen, wenn es darauf ankömmt, ganz neue Naturgeſetze aufzuſtellen, durchaus nie dem indirecten Wege der Forſchung zu trauen, und

befonders nie auf einzelnen Verfuchen ein Gebäude von Lehrfätzen aufzubauen, fo lange noch irgend etwas in diefen Verfuchen unausgemacht bleibt, es mag übrigens noch fo unwahrfcheinlich feyn, dafs diefes Unbekannte auf unfre vorhabende Arbeit Einflufs habe. Zwar geht es nicht immer an, den Gegenftand fo vollftändig zu behandeln, und ich glaube gern, recht gern, dafs es nicht immer einer grofsen Anzahl von Verfuchen bedarf, um eine Thatfache auszumachen; wohl aber gründlich angeftellter und beobachteter Verfuche. Kann aber diefe Gründlichkeit nicht immer erreicht werden, — denn wie oft find nicht unfre Kräfte zu eingefchränkt dazu, — fo, glaube ich, mufs man ein gerechtes Mifstrauen in feine Unterfuchung fetzen, wenn fie — nicht Meinungen, wie es in der Naturlehre fo viele noch giebt, fondern — anerkannten Naturgefetzen und andern ausgemachten Thatfachen widerfpricht. Diefem goldenen Mifstrauen verdankte Lavoifier die unerfchütterliche Feftigkeit der Hauptfätze des neuen chemifchen Syftems, das feinen Namen führt, und wahrlich die Ausficht, auch fo etwas zu leiften, wenn gleich bei weitem nicht in diefem Maafse, mufs den ächten Naturforfcher für feine Strenge gegen fich felbft ein fchöner Erfatz feyn.

Nun komme ich zu dem verfprochenen neuen Satze in der Lehre der Wärmeleitung. Er ift ganz kurz folgender:

Ein Körper oder ein Aggregat von Körpern leitet, unter übrigens gleichen Umſtänden, die freie Wärme um ſo leichter, je homogener die Theile deſſelben ſind, um ſo ſchwerer, je heterogener ſie ſind.

Es giebt keine Hypotheſe über den Mechanismus der Fortleitung der Wärme, in welche dieſer Satz nicht paſste, und aus welcher er nicht ſchon a priori deducirt werden könnte, die Hypotheſe ſogar nicht ausgenommen, welche das Daſeyn eines eignen Wärmeſtoffs läugnet. Schon dieſes ſpricht ſehr für ihn, weil man daraus ſchon muthmaſslich ſchlieſsen kann, daſs er von keiner Hypotheſe abhängig ſey, und keine Hypotheſe enthalte. Allein dieſer Umſtand würde nur eine höchſt wahrſcheinliche Hypotheſe aus dem Satze ſelbſt machen, wenn es nicht Mittel gäbe, directe Erfahrungsbeweiſe dafür zu liefern.

Um dieſe Beweiſe zu geben, muſste ich zwei Subſtanzen entweder von gleicher Leitungsfähigkeit wählen, oder ſolche, deren eine, die ich als Zwiſchenleiter brauchen wollte, ein gröſseres Leitungsvermögen als die andere hat, welche die Wärme durch ſie erhalten ſollte. Das erſtere iſt vielleicht unmöglich; das letztere war alſo nothwendig. Denn hätte ich zum Zwiſchenleiter einen ſchlechtern Wärmeleiter genommen, ſo konnte die erfolgende mindere Temperatur auf Rechnung dieſes geringen abſoluten Leitungsvermögens geſetzt werden. Wenn man die Mayeriſchen und Richmanniſchen Verſuche über das Leitungsvermögen der Kör-

per mit einander vergleicht, fo findet man, dafs das Blei ein etwa 5 Mahl fo grofses Leitungsvermögen hat, als das Waffer. Wenn alfo die Dazwifchenkunft einer Bleiplatte eine gegebene Waffermenge verhindert, eine Temperatur zu erhalten, die fie ohne diefe Dazwifchenkunft erhalten würde, fo müffen wir daraus fchliefsen, dafs diefe Dazwifchenkunft die Leitung beträchtlich vermindere. Denn wenn das nicht wäre, fo müfste ein 5 Mahl befferer Leiter der Wärme als das Waffer die gehörige Temperatur 5 Mahl fchneller erzeugen, als eine Wafferfchicht an deffen Stelle. Auf diefe Betrachtung geftützt, baute ich folgenden Apparat.

Auf einem Dreifufse fteht ein cylindrifches Gefäfs von Weifsblech *ABCD*, Taf VI, das im Durchmeffer 3'' 7''' rheinl., in der Höhe 4'' hat, mit einer kleinen ableitenden Röhre *E*, damit, wenn Waffer hinein gegoffen wird, es immer in der gleichen Höhe *E* bleibe, mithin immer diefelbe Menge in allen Verfuchen darin enthalten fey. *KIHG* ift ein gleichfalls cylindrifches Gefäfs, aber von reingefchabtem Blei, 1'' 9''' weit, 3'' hoch und $\frac{1}{60}$''' dick. Ich hatte dafür geforgt, dafs am Boden fo wenig Löthung als möglich angebracht wurde, um die Dicke des Randes nicht beträchtlich zu vermehren. Diefes kleine Gefäfs ruhete in dem grofsen auf einen feften Dreifufse *DIHC*, fo dafs die Entfernung deffelben vom Boden beftändig diefelbe war, nämlich 1''. Ferner hatte diefes Bleigefäfs nahe am Boden ein kleines Loch, damit, wenn es

gefüllt und ins gröſsere getaucht würde, der innere und äuſsere Waſſerſtand immer wechſelſeitig gleich blieben. Ein Draht *ALB* diente zum Aufhängen eines Thermometers, und eine mit Weingeiſt gefüllte Schale *N* zur Erwärmung des ganzen Apparats. Wenn das Inſtrument ſo aufgeſtellt war, wog

das Waſſer im Bleigefäſse	1450 Gr.	= 3 Unz.	10	Gr.
das Waſſer im groſsen Gefäſse	8170 -	= 17 -	10	-
das Bleigefäſs ſelbſt	780 -	= 1 -	300	-
alles Waſſer zuſammen etwa		20 -	—	

Bei allen Verſuchen, die ich mit dieſem Apparate anſtellte, brauchte ich, um die Temperatur im kleinen und groſsen Gefäſse zu beobachten, nur *ein* Thermometer, weil ich ſchon aus ähnlichen Beobachtungen weiſs, daſs zwei Thermometer immer falſche Reſultate geben, da ich noch nie 2 Thermometer geſehen habe, die ein gleiches Leitungsvermögen beſitzen. Auſserdem war das Aus- und Einlegen des Thermometers für den Verſuch nützlich, indem dadurch Bewegungen in der Flüſſigkeit entſtanden, welche die Miſchung der Temperatur in den einzelnen Gefäſsen beförderten. Das Thermometer wurde bei jeder Beobachtung im kleinen Gefäſse gerade in der halben Höhe des Waſſercylinders aufgehängt, und im äuſsern in derſelben Höhe *m*, und zwar in der Mitte zwiſchen beiden Wänden *GH*, *BC*.

Ueber die zu erwartende Wirkung dieſes Apparats fällte ich folgendes Urtheil. Das Waſſer im groſsen Gefäſse wird von unten erwärmt, und, wie man

von einer Weingeiſtflamme und von der convexen Geſtalt des Bodens des groſsen Gefäſses erwarten muſste, nicht ganz gleichförmig. Folglich muſsten, (beſonders auch wegen des Daſeyns des Bleigefäſses,) ſtarke Strömungen entſtehen, und durch dieſe die Temperaturen, die in den untern Theilen entſtanden, ſchnell durch die ganze Maſſe fortgepflanzt werden. Im kleinen Gefäſse, welches von den Seiten und durch den Boden erwärmt wurde, muſsten gleichfalls dieſe Strömungen entſtehen, weil beim Uebergange der Wärme aus dem äuſsern ins innere Gefäſs, die an den Wänden und am Boden liegenden Schichten höhere Temperaturen erhielten, als die der Achſe nähern; und da das innere Gefäſs nur 1'' 9''' Durchmeſſer, mithin nur $10\frac{1}{2}'''$ im Radius hatte, ſo muſsten dieſe Strömungen beinahe eine völlig gleiche Temperatur in allen Theilen dieſes Gefäſses erzeugen. Da endlich das Blei ein 5 Mahl beſſerer Leiter iſt, als das Waſſer, ſo ſollte die Temperatur im innern Gefäſse nicht ſehr merklich von der des äuſsern, ſo lange als die Erwärmung dauert, abweichen, wenn die Erwärmung von der Heterogeneität des Gefäſses kein Hinderniſs erhielt. Wenn das äuſsere Waſſer den Siedegrad erreicht haben würde, hätte folglich auch gleich darauf das innere Waſſer ins Sieden kommen ſollen. Geſchah das Gegentheil; blieb, während der Erwärmung des äuſsern Waſſers, das innere um eine namhafte Anzahl von Graden zurück, und konnte es zuletzt gar nicht den Siedepunkt erreichen: ſo war kein

Zweifel mehr übrig, daſs die Heterogeneität des Materials dem Durchgange der Wärme ein Hinderniſs ſey.

Ich ſtellte nun folgenden Verſuch, (nach mehrern andern präparatoriſchen,) an, mit der Vorſicht, immer bei *m*, das iſt, in dem groſsen Gefäſse, zuerſt zu beobachten, und nach der Beobachtung im kleinen das Thermometer wieder ins groſse zu hängen, ſo daſs die Temperaturen im kleinen Gefäſse eigentlich noch alle um etwas zu groſs ſind. Um vollends allen Verdacht zu entfernen, daſs hier fremde Umſtände zum Vortheile der äuſsern Temperatur obwalten, die nicht bei der innern Statt finden, brauchte ich noch die Vorſicht, vor jeder Beobachtung im äuſsern Gefäſse das Thermometer auf $\frac{1}{2}$ Secunde heraus zu nehmen, das heiſst, etwa ſo lange, als das Thermometer Zeit brauchte, um vom äuſsern Waſſer ins innere überzugehen.

XIXter Versuch.

Lufttemperatur + 14°,0 R.

Zeit in Minuten.	Temperatur im grofsen Gefäfse.	Temperatur im kleinen Gefäfse. in der Mitte.	am Rande.	am Boden.
0	20°,0	20°,0	20°,0	20°,0
5	40,0	34,0		
8	das Waffer im äufsern Gefäfse fauset, bei 53° R			
10	56,0	50,0		
15	70,0	63,5		
20	79,0	75,0		
20½	80,0	75,2		
21	80,0	76,0		
22	80,0	76,3		
23	80,0	76,7	77,5	78,0
24	80,0	76,7	77,5	78,0
26	80,0	76,8	77,5	78,0
28	80,0	77,0	77,5	78,0
30	80,0	77,0	77,5	78,0
32	80,0	77,0	77,5	78,0
35	80,0	77,0	77,5	78,0
Nun wurde d. Flamme ausgelöfcht u. d. Erkaltung beob.				
36	76,3	75,0		
37	75,0	73,0		
38	73,7	71,5		
39	72,5	71,3		
40	70,7	69,7		
41	70,0	68,5		
42	68,0	67,0		
43	66,5	65,2		
45	63,2	62,0		
50	57,6	57,0		
55	53,0	53,0		
65	47,0	47,1		
70	43,7	43,9		
75	41,0	41,2		
80	39,3	39,6		
85	37,2	37,4		
90	35,7	35,9		
Lufttemperatur			12,5	

Diefer

Dieſer Verſuch liefert eine ſchöne Ernte von Reſultaten. Man ſieht zuerſt, daſs das äuſsere Waſſer, ehe es völlig ſiedet, im Durchſchnitte immer um 5 Grade wärmer iſt, als das innere. Um zu wiſſen, wie viel von dieſem Unterſchiede auf die Entfernung der Achſe des Cylinders vom Rande komme, fügte ich gleich nach dem Sieden des äuſsern Waſſers die Beobachtungen am Rande und am Boden des kleinen Gefäſses hinzu, und dieſe zeigen, daſs zwiſchen den Beobachtungen am Rande und in der Achſe nicht ein voller Grad Unterſchied Statt findet. Geben wir noch einen Grad zu, für den Unterſchied, der zwiſchen der Temperatur der am Blei unmittelbar liegenden Schicht, und der, die das Thermometer, deſſen Kugel nicht volle 3‴ Durchmeſſer hat, anzeigt, ſo bleiben noch 3 volle Grade Ueberſchuſs, deren Urſache wir nur in der Heterogeneität des Bleies und des Waſſers ſuchen können.

Ferner ſehen wir hier, daſs das äuſsere Waſſer, welches immer im volleſten Sieden begriffen war, $7\frac{1}{2}$ Minute brauchte, um das innere Waſſer von 75°,2 auf 77° zu bringen, und daſs, nachdem es dieſe Temperatur erreicht hatte, es in 7 folgenden Minuten nicht ſtärker zu erwärmen, und alſo nicht zum Sieden zu bringen war. Ja, ich habe ſogar in andern Verſuchen gefunden, daſs, wenn ich das Kochen des äuſsern Waſſers länger fortſetzte, die Temperatur des innern Waſſers wieder unter 77° fiel, wahrſcheinlich wegen eines leichten Ueber-

zugs von niedergeschlagenem Kalke, der sich äusserlich an das bleierne Gefäss anlegte, und eine dritte heterogene Materie dem Durchgange so mächtig entgegen setzte, dass das aufs stärkste kochende Wasser den Verlust der Wärme im kleinen Gefässe durch die Ausdunstung nicht zu ersetzen vermochte.

Dieser Versuch beweiset also bündig den Satz, dass die Dazwischenkunft des Bleies *als einer heterogenen Substanz* den Uebergang der freien Wärme um etwas hindere.

Die Beobachtung der Erkaltung liefert auch manche interessante Resultate, von denen ich die wichtigsten ausheben will. In der ersten Minute fiel das innere Wasser auf 75°, das äussere aber, wegen der letzten Bildung des Dampfes, auf 76°,3; nach der zweiten Minute jenes auf 73, dieses auf 75°; und von nun an nahm die Erkaltung ziemlich regulär ab, bis wir nach 18 Minuten beide Temperaturen gleich, nämlich 53° finden. Das äussere Wasser ereilt also in der Erkaltung das innere, um die 2°, die es wärmer war. Die Ursache davon lag ohne Zweifel darin, dass das äussere Wasser, vermittelst des Blechgefässes, der Luft eine grössere Oberfläche darbot, als das innere, und hier sieht man etwas wirklich auffallendes. Das innere und äussere Wasser boten der Luft und dem Ausdunstungsprozesse Oberflächen dar, welche gerade im directen Verhältnisse ihrer Menge waren, indem die Kubikinhalte cylindrischer Gefässe von gleicher Höhe sich wie die Grundflächen verhalten. Folg-

lich kömmt auf die Wirkung der Luft, die in ihren Strömungen durch nichts gehindert, sondern vielmehr durch meine nicht ganz ruhige Gegenwart befördert war, und eine Metalloberfläche von ungefähr 44 Quadratzoll berührte, nicht mehr als eine Erkaltung von 2° in 18 Minuten, indeſs die ausdünstende Oberfläche, in allem von etwa 9 Quadratzoll, in der nämlichen Zeit eine Erkaltung von 20° bewirkte. Daraus scheint zu folgen, daſs, bei gleicher Oberfläche und in hohen Temperaturen, die Ausdunſtung des Waſſers eine beinahe 50 Mahl gröſsere Erkaltung verurſache, als die bloſse Entweichung des Wärmeſtoffs durch die dünne metallene Wand in der atmoſphäriſchen Luft.

Verfolgen wir die Erkaltung in den nächſten 35 Minuten, ſo finden wir die Unterſchiede zwiſchen der Temperatur des äuſsern und innern Gefäſses beinahe beſtändig 0°,2, woraus man ſchlieſsen muſs, daſs die Erkaltung durch die Metallwände nur 0°,2, durch die Ausdunſtung aber etwa 17°, mithin 85 Mahl gröſser war, den Unterſchied der Fläche noch nicht mitgerechnet. Daſs dieſe Beſtimmungen, beſonders von den letztern Datis genommen, nichts weniger als genaue Verhältniſſe zwiſchen der Erkaltung durch die Ausdunſtung und die durch den einfachen Uebergang der Wärme liefern, weiſs ich ſehr gut; allein ſie zeigen doch gewiſs an, daſs das wahre Verhältniſs für hohe Temperaturen nicht weit von 50 : 1 liegt, und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daſs dieſes Verhältniſs für kleine Temperaturen noch gröſser iſt. Dürfte ich mir es erlauben,

praktiſche Anwendungen von dieſen zu meinem gegenwärtigen Endzwecke nicht weſentlich gehörigen Beobachtungen zu machen, ſo würde ich den ſchädlichen Einfluſs der naſſen Füſse und der feuchten Luft auf unſern Körper hieraus herleiten, und dabei auf den ungeheuern Verluſt an Wärme aufmerkſam machen, welchen wir durch dieſen doppelten Umſtand im Herbſte und Frühjahre, beſonders im Norden, leiden. Doch das gehört nicht zu meinem jetzigen Zwecke.

Da der vorige Verſuch mit dem beſten bekannten Leiter unter den feſten Körpern vorgenommen wurde, ſo iſt es keinem Zweifel unterworfen, daſs unſer Satz nicht auch von allen übrigen feſten Körpern wahr ſey; allein er berechtigt uns noch nicht, allgemein zu ſchlieſsen, ſondern wir müſſen den Beweis für die Flüſſigkeiten auch direct führen. Ich wollte daher nun das *Queckſilber* als den beſten bekannten Leiter unter den Flüſſigkeiten an die Stelle des Bleies des vorigen Verſuches treten laſſen. Da ich indeſs in bleierne Gefäſse kein Queckſilber gieſsen konnte, muſste ich ein gläſernes nehmen, welches, die viel gröſsere Dicke ausgenommen, zufällig beinahe die nämliche Dimenſion als das Bleigefäſs hatte; und da das Glas ein viel ſchlechterer Wärmeleiter iſt als das Blei, muſste ich damit zwei Verſuche anſtellen, den einen ohne, den andern mit Queckſilber.

Der Verſuch ohne Queckſilber wurde zuerſt angeſtellt. Ich goſs das gläſerne Gefäſs mit Waſſer

ganz voll, dann das äuſsere Gefäſs, aber weniger als in den vorher gehenden Verſuchen, ſo daſs der Waſſerſpiegel 15''' tiefer ſtand, erwärmte vermittelſt des brennenden Weingeiſtes das äuſsere Gefäſs, und beobachtete an einem Thermometer, welches beſtändig zu einer beſtimmten Tiefe im kleinen Gefäſse hing, den Uebergang der Temperatur in daſſelbe. Beim zweiten Verſuche füllte ich das äuſsere Gefäſs mit einer gleichen Waſſermenge, goſs aber in das Glasgefäſs nur ſo viel Queckſilber, bis es im Niveau des Waſſers im äuſsern Gefäſse ſtand, und goſs dann Waſſer darauf, bis zur völligen Füllung des Glaſes. Das Thermometer hing wie im vorigen Verſuche, nämlich in der halben Höhe der vor dem Queckſilber ſtehenden Waſſerſäule. — Das Waſſer im erſten Verſuche wurde alſo erwärmt, einerſeits durch die Wärme, welche unmittelbar aus dem äuſsern Waſſer durch die Glaswände hinein drang, dann durch den aufſteigenden Dunſt und Dampf, der ſich an den obern Wänden des Glasgefäſses niederſchlug. Im zweiten Verſuche fand eine ähnliche doppelte Erwärmung Statt, nur mit dem Unterſchiede, daſs ſie aus dem äuſsern Waſſer ins Queckſilber trat, und von da erſt in das Waſſer um die Thermometerkugel hinauf ſtieg. Da nun das Queckſilber ein drei Mahl ſo guter Leiter der Wärme iſt, und nicht ſo viel Wärmeſtoff erfordert, als das Waſſer, um eine gleiche Temperatur zu erhalten, ſo ſollte jetzt die Temperatur des Waſſers im kleinen Gefäſse durchaus merklich höher ſeyn, als im er-

ſten Verſuche; und iſt ſie gleich oder gar niedriger, ſo iſt es gar keinem Zweifel unterworfen, daſs dieſer Unterſchied von der Heterogeneität des Waſſers und Queckſilbers herrührte.

Lufttemperatur = + 14° R.

Zeit in Minuten.	XX. Temperatur im kleinen Gefäſse mit Waſſer allein.	XXI. Temperatur im kleinen Gefäſse mit Waſſer und Queckſilber.
0	18°,0	18°,0
1	18,0	18,0
2	18,0	18,0
3	18,9	18,2
3½	—	es ſauſet im äuſsern Gefäſse
4	20,0	19,2
5	21,7	20,3
5,9	es ſauſet im äuſsern Gefäſse	—
6	24,1	22,1
7	26,0	24,5
8	28,7	26,9
9	31,5	30,0
10	34,0	32,5
11	37,7	35,7
12	41,0	39,0
13	44,8	42,2
14	47,7	45,7
14½	—	förmliches Kochen
15	51,1	48,4
16	53,5	51,2
16	förmliches Kochen	im äuſsern Gefäſse

Zeit in Minuten.	XX. Temperatur im kleinen Gefäſse mit Waſſer allein.	XXI. Temperatur im kleinen Gefäſse mit Waſſer u. Queckſilb.
17	57,0	54,0
18	59,0	57,1
19	60,8	60,0
20	62,0	61,0
21	63,1	62,4
22	64,0	64,1
23	64,1	65,0
24	65,0	65,4
25	65,0	65,9
26	65,1	66,0
27	65,8	65,9
28	65,8	66,0
29	65,8	66,3
30	65,8	66,8
31	65,8	66,9
32	65,9	66,8
33	66,0	66,5
34	66,1	66,2
35	66,0	66,1
36	66,0	65,9
37		65,8
38		65,4
39		65,1
40		64,2

Der hier ſich zeigende namhafte Unterſchied der Temperaturen iſt entſcheidend, und beweiſet alſo, daſs der Durchgang der Wärme durch die Heterogeneität des Queckſilbers und Waſſers verzögert wird. Uebrigens machen die Reſultate dieſer Verſuche einige Bemerkungen nöthig. Fürs erſte ſieht man, daſs die Temperatur im äuſsern Gefäſse in XXI ungefähr um 2 Minuten vor der in XX vorrückt. Ich hatte zwar für völlig gleiche Feuerung geſorgt, indem ich jedes Mahl gleich viel von demſelben Weingeiſte in der nämlichen Schale anzündete; und da ich die Verſuche beide in einem Nachmittage bei verſchloſſenen Thüren und Fenſtern anſtellte, ſo iſt es gar nicht wahrſcheinlich, daſs die Zimmerluft im zweiten Verſuche merklich mehr Sauerſtoffgas enthalten haben ſollte, um die Verbrennung des Weingeiſtes zu befördern. Die Urſache zu dem Vorrücken der äuſsern Temperatur im XXIſten Verſuche lag in einem andern Umſtande. Der ſo genannte Kornſpiritus, den ich dazu brauchte, enthält, wie bekannt, einen Ueberſchuſs an Kohlenſtoff über den reinen Weingeiſt, der in der Entzündung einen feinen Ruſs verurſacht. Mit einer ſolchen feinen Ruſsſchicht, (alſo mit einer Schicht eines heterogenen und über dies bekanntlich ſchlecht leitenden Körpers,) war nun der Boden meines Gefäſses von den vorigen Verſuchen her belegt, als ich den XXſten Verſuch anfing. Beim XXIſten fiel mir dieſer Umſtand ein, und ich glaubte, daſs ich nicht gewiſſenhaft genug zu Werke gehen würde, wenn ich die

Anhäufung dieser Rufsschicht zuliefse, ohne Erwähnung von derselben zu machen, und dafs dieser Mangel an Genauigkeit, der zum Vortheile meines Satzes ausfallen würde, mir billig vorgeworfen werden könnte. Ich entschlofs mich alfo, die Rufsschicht vor dem XXIften Verfuche abzuwifchen, obfchon ich Gefahr lief, durch den Nachtheil der beffern Erwärmung in diefem Verfuche feine Beweiskraft zu fchwächen, und ich war entfchloffen, im Falle die Temperatur im kleinen Gefäfse nicht geringer ausgefallen wäre, als im XXften, die beiden Verfuche, jedes Mahl unter völliger Reinigung des Bodens des Gefäfses, zu wiederhohlen. Da ich aber namhafte Unterfchiede bekam, fo war diefe Wiederhohlung unnütz, befonders, da ich vorher diefelben Verfuche, unter etwas modificirten Umftänden und mit ähnlichen Refultaten, angeftellt hatte. Will man übrigens aus diefen Verfuchen die wahre gleichzeitige Temperatur erkennen, fo mufs man alle Temperaturen von XXI um 2 Minuten herunter laffen.

Die zweite wichtige Beobachtung, welche diefe Verfuche liefern, ift, dafs, bald nachdem das Waffer im äufsern Gefäfse fiedet, die Temperatur in XXI die in XX einhohlt, und dann nach und nach bis um 1° übertrifft. Da diefes Phänomen den vorher gehenden Refultaten nicht analog ift, auch, wie ich felbft geftehe, wider meine Erwartung fich zeigte, fo bedarf es einer Erklärung. So lange das Waffer im äufsern Gefäfse nicht kochte, ge-

fchah die Mittheilung der Wärme aus dem äufsern Gefäfse ins mittlere nach dem einfachen Gefetze der Wärmeleitung, das von dem Unterfchiede der Temperaturen und der fpecififchen Leitungsfähigkeit abhängt. So bald aber das Waffer kocht, kömmt eine neue Art Erwärmung zu der erften. Es entfteht in dem äufsern Waffer eine höhere Temperatur, als es im tropfbar-flüffigen Zuftande zu haben fähig ift. Folglich bildete fich Dampf, der, indem er an das minder warme Glasgefäfs anftöfst, fich dort zerfetzt und feine freie Wärme abgiebt. Indefs geht die andere Erwärmung noch immer vor fich. Das kleine Gefäfs erhält alfo hierdurch, fo wie das Waffer zu kochen anfängt, einen neuen Zufchufs an Wärme, bevor das Queckfilber, vermöge feiner geringern Capacität, mehr fortleitet und weniger behält, als das Waffer, mithin eine gröfsere Temperatur davon erhält, und folglich das Waffer über fich zu einer höhern Temperatur treiben kann. Vor dem Kochen wirkte das Queckfilber allerdings durch die nämliche Eigenfchaft, aber das Refultat aller hier wirkenden Urfachen war durch die Heterogeneität dennoch, eine niedrigere Temperatur auf Seiten der Wärmeleitung durch Queckfilber. Hingegen mufs der neue Zufchufs von Wärmeftoff durch die Dampfzerfetzung, der aufserdem von einem andern Gefetze als dem der Wärmeleitung abhängt, auch das Refultat hier ändern; und der ganze Verfuch zeigt, dafs die Retardation der Wärmeleitung durch die Heterogeneität allerdings

den Vortheil der beſſern Leitung und der geringern Capacität im Queckſilber durch alle Temperaturen des tropfbar-flüſſigen Waſſers überwiegt, aber nicht, wenn der Uebergang der Wärme noch durch einen andern anſehnlichen Ueberſchuſs von erzeugter freier Wärme unterſtützt wird.

Ich glaube alſo meinen Satz auch für den Fall, da die heterogenen Materien Flüſſigkeiten ſind, erwieſen zu haben. Zwar habe ich nur Waſſer und Queckſilber dieſer Prüfung unterworfen; allein ich erinnere mich, daſs ich vor 4 Jahren ſchon mit der Luft Verſuche in einer analogen Abſicht anſtellte, die daſſelbe für die Luft bewieſen. Es war nämlich zur Zeit, als ich die Wirkung der eiſernen Klappen, womit man die Ofenröhren hier zu Lande verſchlieſst, unterſuchte. Ich glaubte, daſs, da ſie von Eiſen, und alſo von einem weit beſſern Leiter als die Luft ſind, ſie eher zur Erkaltung der Oefen, als zur Erhaltung ihrer Wärme beitragen würden, und daſs man dabei gewinnen würde, wenn man nur die Ofenthür recht luftdicht verſchlöſſe, und zugleich die Klappe in der Rauchröhre wegließse. Um dieſe Meinung zu prüfen, machte ich mir einen zweckmäſsigen Apparat, wodurch ich die Erkaltung eines Körpers zwei Mahl unter ganz gleichen Umſtänden beobachten konnte, mit dem einzigen Unterſchiede, daſs ich in dem einen Verſuche durch eine dünne Bleiplatte die Ofenklappe vorſtellte, im andern aber ſie wegliefs. Ich habe dieſen Apparat ſeit der Zeit ſtückweiſe anders

verwendet und die aufgezeichneten Beobachtungen verloren; aber ich erinnere mich sehr deutlich, daſs ich das Entgegengesetzte von dem beobachtete, was ich erwartet hatte, und daſs dieser Versuch die erste Idee von dem Satze der verminderten Leitung durch Heterogeneität in mir erweckte. — Anstatt dieser nun verlornen Versuche werfe man einen Blick auf die Versuche XIII, XIV, XV, und vergleiche das Resultat von XIII mit dem vorher gehenden. In diesen Versuchen finden wir geringere Temperaturen nicht nur, als in dem correspondirenden IXten, sondern auch als in dem correspondirenden VIten mit Wasser, und sogar als in II mit Luft, da doch Wasser und Quecksilber bei weitem mehr leiten als Luft. Vergleicht man endlich XV mit seinem correspondirenden VI, so findet man auch da noch einigen Verlust, obschon in XV die Luftschicht dünner ist, und das Quecksilber so viel Mahl leichter leitet als die Luft.

Man sieht hier, wie mein Satz der Verschlechterung der Leitung durch Heterogeneität mir nützlich war, um zu beweisen, daſs die Fortpflanzung der Wärme in den zwölf ersten Versuchen nicht durch das Glas geschehe. Ohne ihn hätte ich vielleicht diese Wahrheit nie so vollkommen erweisen können. Allein das ist nicht der einzige Nutzen. Unter den verschiedenen Anwendungen desselben will ich, da ich mich hier vorzüglich mit des Grafen von Rumford Schrift beschäftigt habe, einige Phänomene auswählen, die er anführt und für

unerklärbar anſieht, wenn man ſeine Hypotheſe der Nichtleitung nicht zum Grunde legt.

Das Phänomen der warmen Bäder zu Bajä, da nämlich das auf dem heiſsen Sande ſpülende Meerwaſſer nicht heiſs wurde, indeſs der darunter liegende Sand in der Tiefe von 2 bis 3 Zoll ſo heiſs war, daſs man die Hand nicht darein halten konnte, beweiſet weniger, als irgend ein anderes Phänomen für die Nichtleitung des Waſſers. Die Oberfläche des Sandes war ja kalt, und das Spülen der Meereswellen muſste nach der Rumfordiſchen Hypotheſe ihm ſeine Wärme entziehen. Der groſse Unterſchied zwiſchen den Temperaturen des Sandes an der Oberfläche und 2 Zoll tiefer erklärt ſich ganz natürlich aus dem Umſtande, daſs das Waſſer zwiſchen den Sandkörnern keine Strömung ausüben konnte, aus der ſchlechten abſoluten Leitungsfähigkeit der Kieſelerde, und aus der relativen ſchlechten Leitungsfähigkeit des heterogenen Gemiſches von Waſſer und Sand. Wenn ſolche 3 mächtige Urſachen zuſammen wirken, was Wunder, daſs der Effekt der abſoluten Wärmeleitung des wenigen Waſſers zwiſchen den Sandkörnern ſo geringe ausfällt?

Der 17te Verſuch Seite 70, da die Zinnplatte, wenn ſie auf das Eis aufgelegt wurde, das Schmelzen des Eiſes gänzlich verhinderte, obſchon das unmittelbar darüber liegende Waſſer 40° Fahrenheit warm war, läſst ſich nur durch den Satz der geſchwächten Leitungsfähigkeit durch Heterogeneität

erklären, und liefert einen neuen Beweis für diesen Satz. Wäre die Platte von einem schlechten Leiter genommen, so möchte man dieser absolut schlechten Leitungsfähigkeit das Phänomen zuschreiben. Allein das Zinn hat eine 3,6 Mahl grössere Leitungsfähigkeit als das Wasser: *) folglich kann die Heterogeneität allein an dem Phänomene Schuld haben.

*) Diese und ähnliche Bestimmungen habe ich zuweilen aus den Meyerischen und Richmannischen Angaben, zuweilen aus den Rumfordischen gezogen, welche nicht mit einander völlig harmoniren. Meine Versuche V, VI, VII, VIII mit IX, X, XI, XII verglichen, geben offenbar dem Quecksilber einen weit grössern Vortheil über das Wasser in der Leitungsfähigkeit, als die der angeführten Physiker. *Parrot.*

II.

Von dem Electricitätsverdoppler,

von

DESORMES und HATCHETTE,

(*dem Nationalinſtitute vorgelegt am* 31*ſten Oct.* 1803) *)
mit Bemerkungen des Herausgebers.

— — Der von Bennet erfundene und von Darwin und Nicholſon verbeſſerte Electricitätsverdoppler zog die Aufmerkſamkeit der Phyſiker nicht eher auf ſich, als bis Read in den *Philoſophical Transact. for* 1794 eine Reihe intereſſanter Verſuche über die Electricität der Luft, in welcher geathmet iſt, bekannt machte. **) In Frankreich wurde er erſt 1796 durch einen Auszug bekannt, den die *Bibliotheque Britannique* von Read's *Summary View of the ſpontaneous electricity of the earth and atmoſphere* lieferte, und aus der die Beſchreibung des Electricitätsverdopplers in die *Annales de Chimie*, Dec. 1797, übergetragen

*) Zuſammen gezogen aus den *Ann. de Chim.*, t. 49, p. 45. *d. H.*

**) Die Geſchichte des Duplicators, Beſchreibungen der vorzüglichſten Abänderungen deſſelben, ſammt der verwandten Inſtrumente, und Unterſuchungen über die Zuverläſſigkeit ſeiner Reſultate findet man in den *Annalen*, IX, 121 — 187. *d. H.*

wurde. *) Nach dieser Beschreibung sind in Paris 2 oder 3 drehbare Electricitätsverdoppler gemacht worden, deren einen die *Ecole de médecine* besitzt. Sie lieh ihn der *Ecole polytechnique*, und wir haben uns desselben bedient, um die frühesten Versuche Bennet's und Volta's über die Electricität der Metalle, die sich berühren, zu wiederhohlen. **)

*) Vergl. *Annalen*, IX, 130 f. *d. H.*

**) In den *Ann. de Chimie.*, t. 44, p. 267, findet sich ein Auszug aus Bennet's Versuchen mit einem drehbaren Duplicator nach Nicholson's Einrichtung, wie sie in Bennet's *New Experim. on Electricity. Derby* 1789, beschrieben sind, von Desormes und Hatchette, *pour servir à l'histoire de cette partie de l'électricité qu'on nomme Galvanisme.* Hier wird indefs nichts davon gesagt, dafs sie Bennet's Versuche wiederhohlt hätten, und mit welchem Erfolge. Die Beschreibung ist auch so mangelhaft, dafs nicht einmahl bemerkt wird, aus welchem Metalle die Scheiben von Bennet's Duplicator bestanden haben, und wie die berührenden Metalle an die Scheiben angebracht wurden; weshalb daraus sich nicht viel mehr abnehmen läfst, als dafs schon Bennet wahrgenommen habe, dafs Körper ihren electrischen Zustand durch blofse Berührung zu verändern vermögen, dafs er dabei aber an Electricitätserregung durch Berührung heterogener Metalle noch nicht gedacht, sondern irriger Weise geglaubt habe, die Scheibe und das sie berührende Metall hätten einerlei Electricität, und letzteres theile die seinige, oder die anderer Körper, der Scheibe mit. Als die feste Scheibe des Duplicators (*H*), die

Mehrere Mängel, die wir an demſelben bemerkten, haben wir an dem abzuhelfen geſucht, welchen wir vor kurzem für die polytechniſche Schule haben machen laſſen, und deſſen Beſchreibung wir hier mittheilen.

Tafel III ſtellt in Fig. 1 den Grundriſs, oder die Projection auf den Horizont, und in Fig. 2 und Fig. 3

mit dem Goldblatt-Electrometer in leitender Verbindung ſtand, mit Reiſsblei, und zugleich die ihr gegen über ſtehende bewegliche (*K*) mit Blei berührt wurde, divergirte das Electrometer nach 13 bis 15 Umdrehungen des Duplicators mit + *E*; dagegen bei Berührung von *H* mit Blei und *K* mit Reiſsblei nach einer gleichen Zahl von Umdrehungen mit — *E*. So wurden auch Reiſsblei und Eiſen, Blei und Eiſen, Zinn und Eiſen, Zink und Eiſen, Reiſsblei und Zink, mit beiden Scheiben in Berührung geſetzt. Als *H* mit Eiſen, *K* mit Stahl in Berührung geweſen war, divergirte das Electrometer nach 15 Umdrehungen mit — *E*, und bei einer entgegen geſetzten Berührung mit + *E*. Zuletzt wurde *H* allein mit Reiſsblei, und bei einem zweiten Verſuche allein mit Zink berührt, worauf das Electrometer zuerſt nach 13 bis 16 Umdrehungen mit + *E*, und beim zweiten Verſuche nach 14 bis 18 Umdrehungen mit — *E* divergirte. „Es ſcheine hiernach," meinte Bennet, „daſs, vermöge der adhäſiven Verwandtſchaft der Electricität, am Reiſsblei die *poſitive*, am Zink die *negative* hafte;" indeſs, wie wir jetzt wiſſen, dieſer Verſuch vielmehr umgekehrt beweiſt, daſs in Berührung mit der Scheibe *H*, das Reiſsblei negativ-, der Zink poſitiv-electriſch wurde. *d. H.*

3 zwei Aufriſſe, oder Projectionen auf Verticalebenen, des Inſtrumentes vor, und zwar in der Lage, in welcher die Kurbel der Achſe ſenkrecht in die Höhe ſteht. Einerlei Buchſtabe bezeichnet in allen drei Projectionen daſſelbe:

ABCD das angeſtrichene Fuſsgeſtell.

EE', *ee'* zwei ſenkrechte cylindriſche Pfeiler von Glas oder Meſſing.

FF' die gläſerne Achſe, welche in zwei Pfannen läuft, (*ſur des tourillons*,) die von den Pfeilern *EE'*, *ee'* gehalten werden.

L einen auf der gläſernen Achſe feſt ſitzenden Meſſingring mit einer Hülſe, in welcher der Glasſtab eingekittet iſt, der an ſeinem Ende die *bewegliche Scheibe KK'* trägt. Dieſe Scheibe iſt beſtimmt, die entgegen geſetzte Electricität der beiden feſten Scheiben anzunehmen, und die Electricität dieſer, durch das Spiel der Maſchine beim Umdrehen fortwährend zu verdoppeln. Vermöge der Einrichtung der Pfannen und Hülſe, welche die Achſe tragen, läſst ſich die bewegliche Scheibe nach Belieben den beiden feſten Scheiben um einige Millimètres nähern, oder um ſo viel von ihnen entfernen. Die Pfannen ſtehn in keiner leitenden Verbindung mit den Scheiben, und dadurch vermeiden wir allen Argwohn einer Electricität, welche durch Reibung der beweglichen Theile des Inſtruments, (die in Read's Duplicator mit den Scheiben in Verbindung ſtehn,) hervor gebracht würde.

HH', *hh'* find zwei Glasfäulen, an ihren Enden mit meffingenen Schrauben verfehn, in welche die beiden feften Scheiben *H*, *h* paffen.

MN ift ein zweiter auf der gläfernen Achfe befeftigter Meffingring. Aus ihm gehn 4 Meffingftäbe *N'*, *N'* aus, deren jeder einen kleinen Meffingdraht trägt, welchen er vermittelft einer Schraube hält. Diefe Drähte dienen, die beiden Scheiben *H*, *h* unter fich, und dann eine derfelben, z. B. *h*, mit dem Erdboden abwechfelnd in leitende Verbindung zu bringen.

oo' ift ein in dem Fufsgeftelle befeftigter, und folglich mit der Erde leitend verbundener Meffingftab.

pp' ein zweiter ähnlicher Meffingftab, der einen kleinen Draht trägt, mit welchem die bewegliche Scheibe bei jedem Umlaufe ein Mahl in Berührung kömmt. Beide Stäbe find in Fig. 1, gröfserer Deutlichkeit halber, nicht an ihrer wahren Stelle gezeichnet; den beften Platz für fie wird indeffen jeder leicht auffinden.

r, *r'*, *r''* find ftarke, in die feften Scheiben eingefchraubte Meffingdrähte, gegen welche die feinen von *MN* ausgehenden Drähte beim Umdrehen der Achfe fchlagen.

Endlich ftellt Fig. 4 nach einem noch ein Mahl fo grofsen Maafsftabe die Kurbel, welche an der gläfernen Achfe angebracht ift, und den Mechanismus vor, durch den man die bewegliche Scheibe

KK' den beiden festen *H*, *h* nähern, oder etwas weiter von ihnen entfernen kann.

Dreht man die Kurbel von vorn nach hinten, so kömmt die bewegliche Scheibe *K*, *k* zuerst der festen Scheibe *H* gegen über zu stehn. In dem Augenblicke, da dieses geschieht, muss die entgegen gesetzte Seite der beweglichen Scheibe durch den Draht des Stabes *pp* mit dem Boden in leitende Verbindung treten, und kurz zuvor müssen zwei der vom Ringe *MN* getragenen Dräht mit den Drähten *rr* in Berührung seyn, um die beiden festen Scheiben leitend zu verbinden. Hiernach sind die Drähte zu biegen, und vorzüglich muss man dahin sehen, dass diese letztere Verbindung eher als die erstere eintritt. — In dieser ersten Lage der beweglichen Scheibe häuft sich die Electricität der beiden festen Scheiben, in der Einen ihr gegen über stehenden *H*, und sie selbst nimmt in eben dem Grade die entgegen gesetzte Electricität an.

Dreht man nun weiter, so kömmt die Scheibe *KK* der andern festen *h* gegen über. In dieser ihrer zweiten Lage bleibt sie isolirt; dagegen wird die hintere Seite der festen Scheibe *h*, durch zwei der Drähte am Ringe *MN*, mit dem Stabe *oo*, und durch ihn mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt. Sogleich nimmt *h* durch Vertheilung die entgegen gesetzte Electricität von *KK* an, folglich dieselbe mit der andern festen Scheibe *H*, ungefähr in gleicher Intensität, als diese.

In jeder andern Lage der beweglichen Scheibe KK als in den beiden hier beſchriebenen, müſſen, ſie, und die beiden feſten Scheiben, völlig iſolirt und auſser aller leitender Verbindung unter ſich oder mit dem Erdboden bleiben. — Man überſieht leicht, daſs bei fortwährendem Spiele des Inſtruments die $+E$ in der feſten Scheibe H, bei jeder Umdrehung, durch die gleich ſtarke $+E$ in der zweiten feſten Scheibe vermehrt, und alſo ungefähr verdoppelt werden, und daſs die $-E$ in der beweglichen Scheibe in gleichem Grade, Umdrehung für Umdrehung zunehmen müſſe. — Um die ſo wechſelnde Electricität wahrzunehmen, ſetzen wir die eine der beiden feſten Scheiben mit einem gewöhnlichen Goldblatt-Electrometer in Verbindung. Read bringt in ſeinem Duplicator unmittelbar an den feſten Scheiben Electrometer mit Hollundermarkkügelchen an, die frei in der Luft herab hängen; dieſe aber werden durch die Bewegung der Luft, ſo wie des Inſtruments ſelbſt, geſtört, das nach ſeiner Conſtruction nur wenig Stabilität hat. Auch in dieſer Hinſicht iſt unſre Conſtruction vorzuziehen.

Ein Verſuch, welcher beweiſt, daſs der Verdoppler, ſelbſt, wenn er iſolirt wird, eine Quelle poſitiver und negativer Electricität iſt.

Es iſt bekannt, daſs die Scheiben des Electricitätsverdopplers, wenn man ihn in der Luft eine Zeit lang umdreht, ſich electriſiren, auch wenn ſie zuvor mit keinem electriſirten Körper in Berührung

gewesen sind; doch hielt man es bisher für eine wesentliche Bedingung dieser Electricität, daſs die Scheiben mit dem Boden in leitende Gemeinschaft kämen, und richtete den Verdoppler so ein, daſs diese Bedingung erfüllt wurde. Der folgende Versuch beweiſt, daſs diese leitende Gemeinschaft mit dem Boden nicht wesentlich nöthig iſt, und daſs es hierin mit dem Verdoppler dieselbe Bewandtniſs, als mit der electrischen Säule habe.

In einem Auffatze über die electrische Säule, welcher im National-Institute im September 1802, (Fructidor J. X,) vorgelesen iſt, haben wir dargethan, daſs eine isolirte Säule und eine isolirte Nairne'sche Electrisirmaschine, vermittelst des Condensators eben so viel Electricität hergeben, als wenn sie mit der Erde in leitender Verbindung wären. *) Was die Nairne'sche Maschine betrifft, so machte man die Bemerkung, daſs schon **Franklin** diese Thatsache bemerkt habe. Es iſt wahr,

*) Dieser Auffatz iſt, so viel ich weiſs, nicht im Drucke erschienen. Eine vollkommen isolirte Säule giebt selbst vermittelst des Condensators am einen Pole kaum eine Spur von Electricität, wenn der andere Pol nicht in leitende Gemeinschaft mit der Erde oder mit Leitern von einiger Capacität gesetzt wird; das zeigt jeder leicht anzustellende Versuch, und bestätigte auch vor kurzem **Biot** mit seinem vorzüglichen Apparate, (*Annalen*, XV, 95.) Ich muſs daher gestehen, daſs ich die Befugniſs **Hachette's** zu obiger Behauptung nicht einsehe.
d. H.

Franklin, um zu beweisen, dass eine geladene Leidner Flasche weder mehr noch weniger electrische Materie enthält, als wenn sie entladen ist, bediente sich schon einer isolirten Electrisirmaschine, und dieser sein Versuch, den Charles in seinen Vorlesungen anzustellen pflegt, war uns nicht unbekannt. Wir stellten aber unsern Versuch in einer andern Absicht an, und Franklin glaubte keineswegs, dass eine isolirte Nairne'sche Maschine electrische Materie nach Belieben hergeben könne. Denn in demselben Briefe, worin er von diesem Versuche Nachricht giebt, sagt er: „Isoliren Sie die Maschine, und Sie werden aus dem ersten Leiter nur wenige Funken ziehen können, die alles sind, was das Reibezeug hergeben kann."

Der Electricitätsverdoppler ist ein neues Beispiel einer vom Erdboden isolirten Maschine, welche immerfort electrische Materie hergiebt. Man nehme die beiden Messingstäbe oo', pp' mit ihren Drähten fort, und setze statt ihrer einen einzigen *isolirten* Stab mit 2 Drähten, welche so gebogen sind, als die vorigen, so ist alle leitende Gemeinschaft der beweglichen und der festen Scheiben mit dem Erdboden während des ganzen Spiels der Maschine aufgehoben. Setzt man nun den Verdoppler in Bewegung, so giebt er zugleich beide Arten von Electricität, und in kurzer Zeit entsteht ein Funke zwischen den beiden damit geladenen Scheiben. Man beraube diese Scheiben mehrere Mahl hinter einander, und so oft man will, ihrer Electricität;

mmer werden einige Umdrehungen hinreichen, um sie wieder in den vorigen electrischen Zustand zu versetzen. *)

*) Der Verdoppler nach Hatchette's Einrichtung ist, wenn die Drähte *oo'*, *pp'* mit dem Boden in leitender Verbindung stehn, ein eigentlicher *Bennet'scher Duplicator*; nimmt man aber statt dieser beiden Drähte einen einzigen isolirten Draht, so wird das Instrument zu einer Art von *Nicholson'schem Duplicator* worin der isolirte Draht die Stelle der isolirten Kugel vertritt, (vergl. *Annalen*, IX, 140, Anm.) Hatchette scheint die nöthige Vorsicht ganz übersehen zu haben, die nach Herrn Prediger Bohnenberger's sorgfältigen Versuchen unumgänglich erfordert wird, wenn man in den Duplicatoren das Erscheinen einer freiwilligen Electricität, die sich ohne vorher gegangene Mittheilung zeigt, möglichst vermeiden will. Er hätte vor dem Versuche die Scheiben von einander getrennt, und jede für sich, durch Draht von einerlei Art, in freier Luft mit der Erde in leitende Verbindung setzen, und sie darin eine Nacht über lassen müssen, (*Annalen*, IX, 180 und 183) „Nie habe ich," versichert Herr Bohnenberger, „wenn das geschehn war, mit meinen Nicholson'schen Duplicatoren auch nur eine Spur von Verdoppelung, ohne vorgängige Mittheilung erhalten."

Indess sind die Nicholson'schen Duplicatoren des Herrn Bohnenberger von denen Nicholson's und Hatchette's in einem Punkte verschieden, der für die Entstehung der freiwilligen Electricität von wesentlichem Einflusse seyn könnte. Der Bohnenberger-Nicholson'sche Du-

Diese Eigenschaft des Verdopplers, Electricität herzugeben, wenn er bloss mit der Luft in leitender

plicator mit horizontaler Achse, (*Ann.*, IX, 138 *a*,) hat zwei bewegliche Scheiben, und nur Eine feste Scheibe; jene stehn einander gegen über, und während die eine herab geht, steigt die andere hinauf. In seinem Nicholson'schen Duplicator mit verticaler Achse, (*Annalen*, IX, 163,) bewegen sich beide Scheiben in ihren Horizontalebenen, und in seinem Schieber-Duplicator, (*Annalen*, IX, 139,) gehn sie seitwärts hin und her, ohne in beiden zu steigen oder zu sinken. Gesetzt nun, was Erman bei Spitzen und Stangen wahrgenommen hat, (*Annalen*, XV, 385,) finde auch bei solchen dünnen Flächen, wie die Scheiben des Duplicators sind, Statt, (und das ist sehr wahrscheinlich;) — gesetzt also, bei nicht zu langsamer Bewegung der drehbaren Scheibe *herabwärts*, werde diese *negativ*, und bei einer nicht zu langsamen Bewegung *heraufwärts* werde sie *positiv-electrisch*; — so haben wir hier eine Quelle der verschiedenartigsten Erscheinungen freiwilliger Electricität im Duplicator Nicholson's und Hatchette's, aus der die bisher beobachteten und noch nicht erklärten Anomalieen vielleicht genügend abzuleiten wären.

Steht zu Anfang der Operation die bewegliche Scheibe K zu oberst, und sie wird nun etwas schnell nach der festen H zu herab gedreht, so ist sie durch diese Bewegung, wenn sie H gegen über kömmt, $-E$, electrisirt folglich, so wie H und h durch die Drähte leitend verbunden werden, beide feste Scheiben durch Vertheilung, indem $H+E$, $h-E$ annimmt. Nun kömmt zwar K auf einen

'erbindung ist, nimmt mit dem Durchmesser der cheibe, und mit ihrer Entfernung, [Annäherung?]

Augenblick mit dem Boden in leitende Gemeinschaft, es könnte aber doch wohl seyn, dass es dadurch sein — *E*, und *H* sein + *E*, nicht völlig verlöre. Beim Weiterdrehn würde die — *E* sich in der Scheibe *K* verstärken, bis diese in die unterste Lage gekommen wäre, dann zwar beim Ansteigen wieder um eben so viel abnehmen; der festen Scheibe *h* gegen über aber doch immer noch in einigem Grade — *E* seyn, und dadurch in *h* + *E* von gleicher Intensität hervor bringen. — So fände sich nun + *E* in beiden festen Scheiben, das bei jeder fernern Umdrehung zum Doppelten steigen müsste, bis es endlich zur Divergenz mit + *E*, und zu Funken käme.

Stünde dagegen die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation in der untersten Lage, so würde sie während des Steigens im Anfange der Operation + *E* annehmen, und dadurch auf ähnliche Art die festen Scheiben mit — *E* afficiren, und dieses durch Verdoppeln bis zur Divergenz der Electrometer verstärken. — Liesse man die bewegliche Scheibe in horizontaler Ebene umlaufen, so würde keine freiwillige Electricität sich zeigen, (wenigstens so fern sie aus diesen Gründen entstünde.)

Da mir jetzt kein zuverlässiges Instrument dieser Art zu Gebote steht, so muss ich es andern überlassen, besonders dem scharfsinnigen Entdecker der Electricität durch Herauf- und Herabbewegen, diese Vermuthungen durch Versuche zu prüfen. — Gegen sie scheint das Resultat zu seyn, welches Bennet aus etwa dreissig Versuchen mit einem

zu; und wird endlich selbst ein Hinderniss, um die den festen, oder der beweglichen Scheibe mitgetheilte Electricität zu erkennen. Denn ist diese nur schwach, so obsiegt die Electricität aus jener natürlichen Quelle, und wird von ihr ganz absorbirt. Man muss daher zu einem Verdoppler, der

Nicholson'schen Duplicator zieht: dass nämlich, um durch die freiwillige Electricität des Duplicators, ohne vorgängige Mittheilung, eine gleiche Divergenz des Goldblatt-Electrometers zu erhalten, immer die wenigsten Umdrehungen erfordert wurden, wenn die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation einer der festen gerade gegen über stand, (*Ann. de Chimie*, t. 44, p 271,) weshalb er als vorzüglichste Ursache der freiwilligen Electricität die Anziehung der electrischen Materie ansieht, welche aus der Nähe ($\frac{1}{16}$ Zoll) und dem Parallelismus der Scheiben entspringe, und meint, sie äussere sich desto eher, je grösser die Scheiben sind, (*das.* p. 275.) — Dafür glaube ich zu Gunsten meiner Vermuthung die Bemerkungen Read's, (*Annalen* IX, 154*,) deuten zu können. Er brachte Scheiben von Metallen, Holz, Horn, Gyps, Salmiak, Alaun, und selbst von Glas an den Duplicator an, um wo möglich eine Materie zu finden, bei welcher sich keine freiwillige Electricität, die man gemeiniglich der Adhäsion zuschreibe, im Duplicator zeige; allein bei allen erzeugte sich Electricität, und zwar von ziemlich gleicher Intensität und gleicher Art, mit der überein stimmend, welche ein *in der Luft empor ragender Metalldraht* annahm, weshalb er sie der *Luftelectricität* zuzuschreiben geneigt war.

d. H.

die ihm mitgetheilte ſchwache Electricität wahrnehmbar machen ſoll, nur kleine Scheiben nehmen; und dann wird das Inſtrument ſehr einfach und tragbar.

Der Bürger Dumoutiez, *Ingénieur en inſtrumens de mathematique, Rue du Jardinet*, verfertigt Electricitätsverdoppler nach der hier mitgetheilten Beſchreibung.

III.

SKIZZE

der von Bennet *vor* 1789 *und von* Cavallo *vor* 1795 *angeſtellten Verſuche über Electricitätserregung durch gegenſeitige Berührung von Metallen,*

von

Will. Nicholson.

Nicholſon hatte ſeiner Ueberſetzung von Volta's Brief an Delamétherie, worin Volta in Frankreich ſeinen Electromotor zuerſt bekannt machte, einige Bemerkungen und Zweifel beigefügt, *) die ſich folgender Maſsen ſchloſſen: „Was das Princip von Volta's Electromotoren „betrifft, ſo muſs ich bemerken, daſs wir ſchon „von Bennet viele directe Verſuche haben, in „denen Metalle in einfache oder in doppelte Berüh„rung mit den Scheiben des Duplicators gebracht „wurden, worauf ſich Electricität zeigte, die er „*adhäſive* nennt; und andere von Cavallo über „die Electricität, welche durch die Berührung oder „den Stoſs eines Stücks Metall, das er meiſt aus „der Hand auf eine iſolirte Metallplatte fallen lieſs, „bewirkt wurde. Das Datum von Volta's

*) Nicholſon's *Journ.*, 1802, Vol. 1, p. 142. *d. H.*

Verfuchen ift mir unbekannt, doch glaube ich, dafs fie weit jünger als die von Bennet find. Bennet fo wohl als Cavallo fcheinen der Meinung zu feyn, dafs verfchiedene Körper eine ungleiche Anziehung oder Capacität für Electricität haben; die fonderbare Hypothefe von *Electromotion*, oder von einem beftändigen Strome von Electricität, der durch die gegenfeitige Berührung zweier verfchiedenartiger Metalle entftehen foll, ift, wie ich fürchte, Volta'n eigenthümlich." *) Diefe Aeufserung veranlafste Ni-

*) Hier fcheint mir ein zu weit getriebener Patriotismus Nicholfon zu mehr als Einer Ungerechtigkeit gegen Volta verleitet zu haben. Er meint, [doch fehr mit Unrecht,] Volta's Theorie fchreibe alles den Metallen, und nichts den Flüffigkeiten in der Säule zu; Davy's Conftruction von wirkfamen Säulen aus zwei Flüffigkeiten und einem Metalle oder Kohle, werde daher Volta'n überzeugen, dafs es zu übereilt gewefen fey, anzunehmen, Electricität fey das einzige wirkfame Agens der Phänomene der Säule, und die Flüffigkeiten wirkten darin blofs als Leiter; [Sätze, welche Volta in feinen fpäter bekannt gewordenen Auffätzen auf eine fehr genügende Art gerechtfertigt hat.] „Diefem will ich noch," fagt Nicholfon, „einen fehr fprechenden Verfuch Davy's „über die directe Wirkfamkeit der Flüffigkeiten „in der Säule beifügen, den ich *aus dem Gefpräche* „*mit* Davy habe. Wird eine Säule aus *Eifen* und „*Kupfer* wie gewöhnlich mit *Waffer* aufgebaut, „fo nimmt das Eifen + *E*, das Kupfer — *E* an;

cholfon, in einem der folgenden Hefte, (Vol. 1, p. 184,) die erwähnten Verfuche in einem kurzen Auszuge mitzutheilen, der mir klarer und belehrender fcheint, als was Hatchette von Bennet's Verfuchen ausgezogen hat; und da diefe Verfuche auch in Deutfchland ziemlich unbekannt feyn dürften, fo übertrage ich Nicholfon's Auffatz hierher, mit einigen Abkürzungen.

Abraham Bennet, Mitglied der königl. Societät der Wiffenfchaften zu London, gab feine *New Experiments on Electricity*, einen dünnen Quartband von 141 Seiten, 1789 auf Subfcription heraus; und dies ift vielleicht Schuld, dafs das jetzt feltene Werk in der gelehrten Welt nicht fo bekannt geworden ift, als wenn das Buch auf dem gewöhnlichen Wege erfchienen wäre. — — Bald nachdem er 1787 in den *Philofophical Transactions* feinen Duplicator bekannt gemacht hatte, fand Bennet, dafs diefes Inftrument Electricität erzeuge, ohne vorher gehende Mittheilung, fo fehr man fich

„baut man fie dagegen mit [liquidem] *Schwefel-* „*kali*, ftatt mit Waffer auf, fo nimmt das Eifen „— E, das Kupfer + E an. Im erften Falle wird „das Eifen oxydirt, im zweiten findet keine Oxy„dation des Eifens Statt, und das Kupfer ift oxy„dirt und wahrfcheinlich auch mit Schwefel ver„bunden." Dies ift der Verfuch, von welchem Ritter in den *Annalen*, XVI, 3 2, redet. Eine eigne Nachricht Davy's über ihn habe ich nirgends gefunden. *d. H.*

auch bemühe, es von aller vorigen Electricität zu befreien. Späterhin bemerkte er bei einer Reihe von Versuchen mit einem drehbaren Verdoppler, wie ich ihn 1788 angegeben hatte, dass sich ein sehr grosser Theil dieser adhärirenden Electricität entfernen lasse, wenn man, während alle Scheiben des Verdopplers mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt sind, die Kurbel sehr oft umdreht, und dass unter dieser Vorsicht das Instrument die Natur der Electricität, welche demselben mitgetheilt wird, mit Zuverlässigkeit, und in einer Genauigkeit anzuzeigen vermöge, die alles weit übertrifft, was sich mit einfachern Instrumenten bewirken läfst. Da diese freiwillige Electricität aus keiner Reibung herzuleiten war, so glaubte sie Bennet „der zunehmenden Capacität sich nähernder paral„leler Scheiben, welche wohl eine Ladung möch„ten an sich ziehen und zurück behalten können, „wenn gleich keine von beiden isolirt sey," zuschreiben zu müssen. Um diese Hypothese zu prüfen und zu bestätigen, stellte er folgende Versuche an.

Er versuchte es wiederhohlt, dem Verdoppler alle freiwillige Electricität dadurch zu entziehen, dafs er, während alle Scheiben durch Messingketten mit dem Boden verbunden waren, die bewegliche Scheibe 40 Mahl umdrehete. Hielt er nun ein mit Drehen und nahm die Ketten ab, wenn die bewegliche Scheibe sich in einiger Entfernung von den festen Scheiben befand, so zeigte sich das Instrument

von freiwilliger Electricität vollkommener befreit, als wenn die Ketten abgenommen wurden, wenn die bewegliche Scheibe der festen *H* gegen über stand; im ersten Falle wurden 21, im letztern nur 16 Umdrehungen erfordert, um die freiwillige Electricität sichtbar zu machen. Er schloss daraus, es müssten die beiden einander parallel gegen über stehenden Platten durch eine vermehrte Capacität eine kleine Ladung annehmen, und vermöge dieser durch Verdopplung schneller eine wahrnehmbare Electricität erzeugen, als das bloss durch ihre [noch übrige] freiwillige Electricität geschehn seyn würde.

Um sich hiervon auf einem noch directern Wege, (auf welchem der Verdoppler bloss als Messinstrument diente,) zu überzeugen, nahm er eine Kupferplatte von 13 Zoll Durchmesser, deren Oberfläche etwas convex war, befestigte in der Mitte derselben in einer Hülse einen isolirenden, 4 Zoll langen, überfirnissten Glasstab, den er unten mit einem Handgriffe von Holz versah, und legte, während er den Verdoppler von Electricität befreiete, diese Kupferplatte flach auf einen Mahagonytisch. Er nahm die Kette von den Scheiben des Verdopplers ab, als die bewegliche Scheibe der einen festen *H* gerade gegen über, und mit der Erde in Verbindung stand, hob dann die Kupferplatte isolirt auf, und brachte sie (*applied*) an die feste Scheibe *H*. Nach 5 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{1}{4}$ Zoll mit — E.

Um

Um der Einwendung zu begegnen, daſs in dieſem Falle durch Reibung der Kupferplatte auf dem Mahagonytiſche Electricität könne ſeyn erregt worden, wiederhohlte er zuerſt denſelben Verſuch, berührte aber die Kupferplatte, ehe er ſie an die Scheibe *H* des Verdopplers brachte, mit der Spitze einer Nadel; und er fand, daſs das Inſtrument ſeine freiwillige Electricität nicht in weniger als 15 Umdrehungen erzeugte. Darauf berührte er die Kupferplatte abermahls mit der Nadelſpitze, und brachte ihre convexe Fläche erſt mit Waſſer, das ſich in einer groſsen Schüſſel befand, und dann mit der Scheibe *H* des Verdopplers in Berührung. Dieſer wurde hierdurch ſo viel Electricität mitgetheilt, daſs die Goldblättchen des Electrometers nach 5 Umdrehungen mit — *E* divergirten, wie im erſten Verſuche. Bei einer Wiederhohlung deſſelben Verſuchs, nur daſs die iſolirte bewegliche Scheibe mit der Kupferplatte berührt wurde, während die feſte *H* mit der Erde in Verbindung war, zeigten ſich gleichfalls nach 5 Umdrehungen Zeichen von Electricität, nur hatte, wie man erwarten muſste, *H* jetzt + *E*. Alle dieſe Verſuche wurden mehrmahls angeſtellt. — Da in ihnen die Ladung der berührten Scheibe des Verdopplers immer negativ war, verſuchte Bennet, ob nicht durch Veränderung der berührenden Oberfläche poſitive Electricität möchte zu erhalten ſeyn. Er überzog zu dem Ende die Kupferplatte, vermittelſt Gummiwaſſers, mit Mennig, und darauf mit Weizenmehl, und

fand, dafs diefe Subftanz, wenn fie auf der Kupferfläche angetrocknet war, die Natur der Electricität änderte, welche durch Berührung mit ihr der Scheibe des Verdopplers mitgetheilt wurde. — Eine ifolirte, mit einer Marmorplatte cohärirende Meffingplatte wurde, nachdem der Marmor mäfsig erwärmt wurde, mit einem fpitzen Drahte angedrückt; ifolirt aufgehoben und auf die Deckplatte des Goldblatt - Electrometers gebracht, trieb fie die Blättchen mit negativer Electricität bis zum Anfchlagen aus einander.

Bennet glaubt aus diefen Verfuchen fchliefsen zu dürfen: 1. dafs der Verdoppler von zufälliger oder mitgetheilter Electricität zu befreien fey; — 2. dafs die vornehmfte Urfache feiner freiwilligen Ladung auf Anziehung von Electricität bei der Annäherung feiner parallelen Scheiben an einander beruhe; — 3. dafs diefe Ladung pofitiv oder negativ feyn könne, je nachdem die Materie der Scheiben und die berührenden Drähte eine gröfsere oder eine kleinere adhäfive Verwandtfchaft zur electrifchen Materie haben; — 4. dafs der Grund der freiwilligen Electricität dem Condenfator und dem Verdoppler gemein, und in beiden gleich fey, fo fern fie von gleicher Dimenfion und gleicher Kraft find; — dafs aber 5., weil der Verdoppler aus fehr kleinen Scheiben beftehe, und doch einem grofsen Condenfator an Kraft gleich feyn kann, die von felbft entftehende Electricität deffelben von einer mitgetheilten Ladung leichter überwunden werden kön-

ne, als in einem Condenſator von gleicher Kraft, und daſs der Verdoppler deſshalb minder zweideutige Reſultate als der Condenſator gebe. *)

Dieſe Betrachtungen führten Bennet zu andern Verſuchen über die ſo genannte *adhäſive Electricität der Metalle und anderer Leiter.* Er befreite den Verdoppler von ſeiner freiwilligen Ladung, ſtellte die bewegliche Scheibe *K* der feſten *H* gegen über, doch ſo weit gedreht, daſs ſie iſolirt war, und berührte nun zu gleicher Zeit jene mit der Spitze eines Drahts aus geſchmiedetem Eiſen, dieſe mit der Schneide eines Meſſers; nach 16 Umdrehungen divergirte das Electrometer ungefähr um $\frac{1}{3}$ Zoll mit $+E$. — Nun wurde der Verdoppler aufs neue ſeiner Electricität beraubt, die bewegliche Scheibe wie vorhin geſtellt, und nun umgekehrt ſie mit dem Meſſer, die feſte Scheibe *H* mit dem Eiſendrahte berührt; nach 15 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen mit $-E$. — Da es, meinte er, unglaublich ſcheinen könne, daſs ein ſo geringer Unterſchied in der adhäſiven Electricität, wie zwiſchen zwei ſo wenig verſchiedenen Metallen, als weiches Eiſen und gehärteter Stahl, bemerkbar zu machen ſey; ſo wiederhohlte er dieſe Verſuche ſehr oft, und immer wurde die mit dem Meſſer berührte Scheibe poſitiv.

Nun ſchritt er zu ähnlichen Verſuchen mit Bleiglanz und Blei, mit Blei und Eiſendraht, mit Blei-

*) Ein unrichtiges Reſultat. Vergleiche *Annalen*, IX, 144, 157, 185. *d. H.*

glanz und Eisendraht, mit Stanniol und Eisendraht, mit Zink und Eisendraht, und suchte dann auch durch Berührung nur Einer der Scheiben des Verdopplers mit einem Metalle zu bestimmen, ob die adhäsive Electricität, (oder vielmehr die dadurch in der Scheibe des Verdopplers bewirkte Electricität,) positiv oder negativ sey. Die Resultate dieser Versuche giebt er in Tabellen. Ich halte es für überflüssig, das Detail derselben hierher zu setzen. Denn vermuthlich wurden diese Metalle in der Hand gehalten, und aus einer Menge Thatsachen sind wir berechtigt, zu schliessen, dass Friction, (oder eine ihr gleich geltende Berührung,) dieser Substanzen mit der Haut des Menschen genug Electricität erregen könne, als dass es nöthig wäre, sich nach einer andern Ursache der in diesen Versuchen wahrgenommenen Electricität umzusehn; wenigstens mehr als nöthig ist, um eine so geführte Untersuchung unzuverlässig zu machen. In der That scheinen mir die Resultate mehr Bestimmungen der durch Reibung der Hand mit den verschiedenen Substanzen erregten Electricität zu seyn, als irgend einer neuen oder besondern Eigenschaft dieser Substanzen selbst zuzugehören. *)

Neben mehrern andern interessanten Bemerkungen findet man in diesem Werke Bennet's

*) Hierin ist Nicholson im Irrthume. Bennet's Versuche scheinen die Electricität, in welche die berührte Scheibe des Verdopplers durch ihren Contact mit einem nicht-isolirten Metalle versetzt wur-

auch noch eine einfache Theorie der Erregung der Electricität durch das Glas und durch andere Reiber in unfern Electrifirmafchinen. Der Taftflügel fchliefst fich genau an das Glas beim Reiben an, und dadurch werde die Electricität, welche ftärker dem Glafe *adhärire*, mit fortgeführt in die freie Luft, welche nicht, wie die negative Seide, der Glasfläche das Gleichgewicht halte und dadurch die Capacität des Glafes erhöhe. Weil diefe in der freien Luft abnimmt, laffe das Glas hier die abforbirte Electricität fahren. Das mit Amalgama beftrichene Kiffen befördere den Prozefs dadurch, dafs es eine leitende und mit der Erde in Verbindung ftehende Fläche in genauere Berührung mit dem Glaskörper bringe. — G. —

Die Verfuche Cavallo's findet man im dritten Bande feiner 1795 erfchienenen *Electricity*. Er liefs, *mehrentheils aus feiner Hand*, einen Körper auf eine ifolirte *Zinnplatte* fo fallen, dafs er von ihr auf einen Tifch oder Stuhl fprang; diefes wiederhohlte er mehrmahls hinter einander, und berührte dann mit der Zinnplatte die Platte feines Multiplicators, der ihm durch wiederhohlte Verdopplung die erregte Electricität angab. — Nachdem ein Stück *Zink*, etwas fchwerer als 1 Loth, 10 Mahl auf die Zinnplatte gefallen war, zeigte

de, fehr genau anzugeben; nur Schade, dafs wir nicht erfahren, aus welchem Metalle oder Metallgemifche die Scheiben feines Duplicators beftanden. *d. H.*

diese am Multiplicator — *E.* Dasselbe ein zweites Zinkstück. Als der Zink bis 110° F. erwärmt war, wurde die negative Electricität der Zinnplatte stärker. — Auch ein *Schilling*, eine *halbe Krone*, eine neue *Guinee*, ein Stück *Kupfer*, ein Stück hämmerbares *Platin* hatten bei diesem Versuche dieselbe Wirkung, nur in verschiedener Stärke. *) *Platin* erzeugte nur sehr wenig Electricität; durchhitzt gab es der Zinnplatte die entgegen gesetzte Electricität, nämlich + *E.* — Auch ein Stück *Blei* schien in der Zinnplatte — *E* hervor zu bringen; als es aber heiſs war, gab es ihr + *E.* — Ein Stück *Eisen* gab sehr zweideutige Resultate. — Ein Stück *Zinn* (*grain tin*) gab heiſs und kalt — *E.* Lieſs er es aber von einer eisernen Zange auf die Platte und von ihr auf einen Stuhl fallen, und faſste es jedes Mahl wieder mit der eisernen Zange auf, so erhielt er in der Platte eine + *E*; eine stärkere, wenn das Zinn heiſs war. Cavallo wiederhohlte diese Versuche mehrmahls, und immer erhielt er — *E*, wenn er das Zinn aus der Hand, + *E*, wenn er es aus der eisernen Zange auf die Zinnplatte fallen lieſs. — *Wismuth* erzeugte + *E*, doch, wenn er heiſs war, — *E*, er mochte in ein kleines flaches Stück gegossen, oder von einem Brode abgebrochen seyn; bediente man sich aber statt der Hand der eisernen Zange, so gab er kalt — *E.*

*) Bekanntlich wird mit diesen Metallen Zinn in der Berührung positiv-electrisch. *d. H.*

Statt der Zinnplatte nahm nun Cavallo einen isolirten *silbernen* Löffel. *Zink*, den man aus der Hand darauf fallen liefs, erzeugte im Löffel — *E*, und zwar stärkere, wenn der Zink heifs war, bedeutend schwächere, wenn der Zink kalt und der Löffel heifs war. Es überraschte Cavallo'n, die Intensität der Electricität in diesen Versuchen an verschiedenen Tagen sehr verschieden zu finden; diese Verschiedenheit ist er geneigt der Beschaffenheit der Atmosphäre zuzuschreiben.

Um der Quelle der Electricität in diesen Versuchen auf die Spur zu kommen, wiederhohlte er sie mit vielen Abwechselungen. Er liefs ein Zinkstück von der isolirten Zinnplatte auf den isolirten silbernen Löffel, von diesem zurück auf jene, und so mehrmahls abwechselnd fallen; oder hing das Zinkstück an einen Seidenfaden, und liefs es dann mehrmahls isolirt gegen den isolirten Löffel schlagen. In beiden Fällen zeigte sich sehr selten irgend eine Spur von Electricität, und selbst wenn das Wetter und alle Umstände äufserst günstig waren, doch nur so wenig, dafs sie sich nur schwer sichtbar machen liefs.

Cavallo zweifelt hiernach, dafs sich die Phänomene der damahls so genannten thierischen Electricität derselben Ursache, welche in diesen Versuchen wirksam sey, möchten zuschreiben lassen. Denn statt, dafs die Metalle in ihrer Berührung auf den präparirten Froschschenkel immer auf einerlei Art, und mit kaum wahrnehmbaren Unterschieden

wirken, wären die Effecte in diesen Versuchen sehr schwankend, und so z. B. sehr verschieden im Zink und Wismuth, indefs diese immer die thierische Electricität stärker als Zink und Silber, oder Zink und Gold erregten. (?) Auch habe er nicht vermocht, durch so schwache Grade von Electricität, wie in diesen Versuchen, präparirte Froschschenkel zum Zucken zu bringen.

Als Resultate seiner Versuche stellt er folgende Sätze auf: 1. die Berührung eines Metalles mit einem andern erregt in der Regel Electricität; 2. die Menge und Art der so erregten Electricität variiren nach mehrern Umständen, welche auf die Erzeugung oder Modification derselben grofsen Einflufs zu haben scheinen. 3. Diese Umstände sind: die Natur der Metalle, ihre Temperatur, der Zustand der Atmosphäre, die Hand oder andere Körper, welche sie vorgängig berühren, u. d. m. *)

*) Im Kapitel vom Galvanismus, in seinen *Elements of natur. or experim. philosophy*, Lond. 1803, 8., Vol. 3, erwähnt Cavallo dieser seiner Versuche mit keinem Worte, trägt vielmehr alles nach Volta und Davy vor; wenn ich nicht irre, ein Beweis, dafs er selbst jetzt keinen Werth auf sie legt.
d. H.

IV.

BEOBACHTUNGEN

ber die Electricität der metallischen Substanzen,

von

H a u y,

Prof. der Mineral. am naturh. Nat. Mus. in Paris. *)

Die verschiedenen Arten, wie sich in den Körern Electricität erregen läfst, geben uns Charakre, die zur Unterscheidung der Mineralien brauchar sind, an die Hand.

Die merkwürdigste ist die Electricitätserregung urch Erwärmung. Bis jetzt kennen wir 6 Arten on Mineralien, die ihrer fähig sind, nämlich: den 'urmalin, den Boracit, den Topas, den Mésotye, **) den Prehnit und den oxydirten Zink. ***)

Eine andere Art, die Electricität zu erregen, ist ei idio-electrischen Körpern das Reiben. Die erigen Substanzen und die salzigen (*acidifères*)

*) *Annales du Muséum d'Hist. natur.*, No. 17, Tom. 3, p. 309. *d. H.*

**) So nennt Hauy einige Arten von Werner's strahligem und faserigem Zeolith. Von der Electricität desselben handelt Hauy im *Journ. des Mines*, No. 14, p. 87. *d. H.*

***) Zinkspath oder krystallisirten Galmei; von dessen Electricität *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1785, p. 206. *d. H.*

nehmen dabei in der Regel die Glaselectricität, die brennbaren nicht-metallischen Körper die Harzelectricität an. Von letztern ist der Diamant ausgenommen, der die Glaselectricität hat. *)

Die unelectrischen Körper lassen sich nur durch Mittheilung electrisiren; und die Eigenschaft, auf diese Art electrisch zu werden, haben die regulinischen Metalle im ausgezeichnetsten Grade. Das ist, z. B., mit dem dem Jaspis beigemischten Eisen der Fall, dessen Gegenwart sich durch die Funken verräth, welche der auf einem electrisirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert. (?)

Ich bin auf die Idee gekommen, noch auf eine andere Art in den metallischen Substanzen Electricität zu erregen, nämlich sie isolirt auf einem idio-electrischen Körper zu reiben. Dieser Körper und das Metall nehmen dann entgegen gesetzte Electricitäten an, und das Metall behält sie, wenigstens eine kurze Zeit über, bei. Reibt man so z. B. ein isolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbande, so nimmt das Zinn die Harzelectricität, das seidne Band die Glaselectricität an, indess letzteres, mit der Hand gerieben, die Harzelectricität erhalten haben wür-

*) Bekanntlich ist die Art der Electricität eines geriebenen Körpers mit von dem Körper abhängig, an dem er gerieben wird. Die Aussagen im Texte sind daher nichts sagend, wenn der Körper nicht angegeben wird, an dem die genannten gerieben, die erwähnte Electricität äussern. *d. H.*

. Verschiedene Metalle geben, auf diese Art handelt, verschiedene Arten von Electricität; her schien mir dieses ein unterscheidendes Merkahl mehr zu geben, welches die Mineralogie aus ır Physik zu entlehnen hat.

Um ein Metall auf diese Art zu versuchen, kle: ich ein Stückchen desselben, das ich zuvor, enn es nöthig ist, eben feile, mit Wachs an das ıde einer Stange Siegellack fest, führe es isolirt 5 ler 6 Mahl auf einem Stücke *Tuch* hin und her, und :rühre dann damit den Kopf eines Voltaischen ondensators. Diese Operation wiederhohle ich ehrmahls. Beim Abheben des Condensatordeckels divergirt dann das Strohhalmelectrometer it der dem Condensator mitgetheilten Electricität, elche ich auf die gewöhnliche Art bestimme.

Folgendes sind die Resultate meiner bisherigen ersuche dieser Art mit Metallen und Minern, wobei ich auch die Metalle mitgenommen habe, die bis tzt noch nicht gediegen in der Natur vorgekomıen, und die nur Hüttenprodukte sind. Die, welhe durch Reiben in vorzüglichem Grade electrisch 'erden, habe ich besonders bezeichnet.

Die Glaselectricität nehmen an:

Zink, stark
Silber
Wismuth, stark
Kupfer
Blei
Eisenglanz, (*Fer oligiste*)

Die Harzelectricität nehmen an:

Platin
Gold
Zinn
Antimonium
Kupferfahlerz, (*cuivre gris*,) ſtark
Kupferglaserz, (*cuivre ſulfuré*,) ſtark
Kupferkies, (*cuivre pyriteux*,) ſtark
Bleiglanz, (*plomb ſulfuré*)
Tellurium von Nayac, ſtark
Antimonium - Silber
Glaserz, (*argent ſulfuré*,) ſtark
Nickel
Glanz - Kobalt
Grauer Speiſs - Kobalt
Graues Antimoniumerz
Schwefelkies, (*fer ſulfuré*)
Magnetiſcher Eiſenſtein, (*fer oxydulé*.)

Bei dieſen Verſuchen habe ich mich der natürlichen, gediegenen Metalle bedient, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall ſelbſt in der Natur nicht gediegen vorkömmt. Ferner habe ich alle dieſe Verſuche ſehr oft wiederhohlt, und faſt immer mit einerlei Reſultaten; der magnetiſche Eiſenſtein und der Eiſenglanz waren beinahe die einzigen, bei welchen ſich Anomalieen zeigten, indem ſie nach Verſchiedenheit der Umſtände bald jene, bald dieſe Electricität äuſserten. — Auch zeigte der *Stahl*, der gewöhnlich die Glaselectricität annimmt, ähnliche Anomalieen, welche vielleicht von ſeinem verſchiedenen Gehalte an Kohlenſtoff oder von dem Grade ſeiner Härtung abhängen.

Man sieht aus dieser Tabelle, dass in mehrern Fällen zwei in ihrem Aeussern ganz ähnliche metallische Substanzen sich durch den entgegen gesetzten Erfolg beim Electrisiren von einander unterscheiden lassen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eisenglanz und Fahlerz, u. s. f. Auch kann bei einigen metallischen Substanzen die Stärke der Electricität, die sie bei diesem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; so z. B. beim Kupferglaserz und Kupferfahlerz. Diese brauchen nur 8 oder 10 Mahl über das Tuch hin und her geführt zu werden, um den Condensator oft bis zum Anschlagen der Strohhalme beim Aufheben des Deckels zu laden.

V.

BEMERKUNGEN

über die Funken, welche entstehen, wenn Stahl gegen harte Körper geschlagen wird,

von

HUMPH. DAVY,

Prof. der Chemie an der Royal Inst. *)

1. Schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts zeigte Hawksbee, dass in einem gehörig ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe beim Zusammenschlagen von Feuerstein und Stahl keine Funken entstehn, sondern bloss ein schwaches Licht; **) ein Versuch, der seitdem sehr oft wiederhohlt und bestätigt worden ist.

Durch die neuern Aufklärungen in der Theorie des Verbrennens ist es klar, dass die lebhaften Funken, welche sich dem Stahle durch Schlagen gegen einen Feuerstein in der atmosphärischen Luft entlocken lassen, von dem Verbrennen der kleinen durch das Schlagen abgerissenen Stahltheilchen im Sauerstoffgas der Atmosphäre herrühren. Ob aber das schwache Leuchten beim Versuche im ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe lediglich dem

*) Aus den *Journals of the Royal Inst.*, Vol. I, p. 264. *d. H.*

**) *Philos. Transact.*, Vol. 24. *d. H.*

Absprengen und Abreissen kleiner Feuersteintheilchen, oder nicht auch zum Theil der Entzündung der kleinen getrennten Stahlfädchen zuzuschreiben sey, das schien bis jetzt zweifelhaft.

2. Ich habe häufig bemerkt, dass beim Versuche im Vacuo ein dünner platter Feuerstein, wie man ihn leicht beim Zersprengen erhält, ein lebhafteres Licht giebt, als ein dicker und starker; ein dicker Stein, der eben scharf genug war, um in der Luft am Stahle Funken zu geben, erzeugt im ausgepumpten Recipienten selten auch nur einiges Licht. Dieses scheint zu beweisen, dass die abgerissenen Stahltheilchen nicht leuchtend durch den Schlag werden, ausgenommen, wenn sie verbrennen. Folgender Versuch, der in einer Reihe von Vorlesungen über die Eigenschaften des Lichts im Theater der *Royal Institution* gemacht, und seitdem oft wiederhohlt worden ist, scheint dieses völlig zu erhärten.

3. Ein dünnes Stück Schwefelkies*) wurde statt des Feuersteins in ein Flintenschloss eingesetzt. Es gab beim Zusammenschlagen in der Atmosphäre sehr lebhafte Funken, welche mehrentheils weiss, (verbrennende Stahltheilchen,) zuweilen jedoch mit we-

*) Schon der Name: Pyrites, ist ein Beweis, dass die Eigenschaft des Schwefelkieses, beim Schlagen Feuer zu geben, vor gar langer Zeit bekannt war. Er wurde in den alten Flintenschlössern mit einem umlaufenden Rade als Flintenstein gebraucht. *D.*

niger rothen Funken, (verbrennenden Schwefelkiestheilchen,) vermischt waren. Das Flintenschloss wurde unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, die Luft so weit verdünnt, dass die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll stand, und nun das Schloss abgeschnappt. Dabei zeigte sich nicht das geringste Licht, man mochte das Zimmer noch so genau verfinstern, und den Versuch noch so sorgfältig anstellen.

4. Es ist bekannt, dass unter gewöhnlichen Umständen auch der feinste Stahldraht in der Atmosphäre nicht mit weissem Lichte oder mit Funken brennt, wofern er nicht zuvor weit über die Rothglühehitze hinaus erhitzt ist. Daher scheint es auf den ersten Anblick sehr ausserordentlich zu seyn, dass die vom Flintenschlosse abgerissenen Stahltheilchen stark genug erhitzt sind, um in der Luft lebhaft zu verbrennen, und doch nicht hinlänglich, um im Vacuo glühend zu erscheinen; denn dass ihr Licht, wegen ihres kleinen Volumens, oder wegen der kurzen Dauer der Emission, nicht wahrnehmbar sey, oder dass die Undurchsichtigkeit metallischer Körper, Licht, das in ihren Berührungspunkten entsteht, verhindern sollte sichtbar zu werden, ist schwer zu begreifen. Ich glaubte vormahls *) dieses Phänomen daraus erklären zu können, dass Wärme und Licht vielleicht nur zufällig in den meisten Fällen coexistiren, und dass in einigen

*) *Annalen*, VI, 109. *d. H.*

gen Fällen sehr hohe Temperaturen hervor gebracht werden könnten, ohne die Erscheinung von Licht zu bewirken. Jetzt bin ich indess geneigt, zu glauben, dieses Phänomen lasse sich aus den gewöhnlichen Grundsätzen über Erregung und Mittheilung von Wärme genügend erklären.

Wenn Stahl allmählig erhitzt wird, so fängt er, wie Stodart gezeigt hat, *) bei ungefähr 430° F. an, seine Farbe zu ändern, und diese Farbenänderung beruht auf Verbindung desselben mit Sauerstoff, daher sie höchst wahrscheinlich mit Entwickelung von Wärme verbunden ist. Bei 600°, also bei einer Wärme, die noch weit unter der Glühehitze ist, oxydirt der Stahl sich schnell und überzieht sich mit einer bläulich-grauen Hülle. **) Zwar ist die durch diese Oxydation der Oberfläche entbundene Wärme nicht hinreichend, die Temperatur eines Stahldrahts oder einer Stahlplatte so zu erhöhen, dass beide in ein lebhaftes Verbrennen geriethen; wohl aber könnte bei so kleinen Massen, als die vom Flintenschlosse abgerissenen

*) Man sehe den folgenden Aufsatz. *d. H.*

**) Nach Conté nimmt Stahl oder Schmiedeeisen, die polirt und mit einer Aetzlauge gereinigt sind, wenn sie unter einer Muffel zum Glühen gebracht werden, folgende Farben an der Oberfläche an: erst strohgelb, dann braungelb, und dieses geht ins Blau, und zuletzt ins Grau über; und in diesem Zustande sind Stahl und Eisen vor dem Rosten gesichert. *d. H.*

Stahlfädchen ſind, der Prozeſs der Oxydation in dem Grade verſtärkt werden, daſs es zu einer lebhaften Entwickelung von Hitze und von Licht kömmt, beſonders da die Oberfläche dieſer Fädchen in Vergleich ihrer Maſſe ſo groſs iſt, und das ſchon gebildete Oxyd bei ihnen nicht leicht die innern Theilchen umhüllt und von der Berührung mit der Luft abhält. *)

Aehnliche Beiſpiele, wo der Prozeſs der Oxydation vom Verhältniſſe zwiſchen Maſſe und Oberfläche des verbrennlichen Körpers mit abhängt, ſind nicht ſelten. So z. B. entzündet ſich ein ſehr kleines und ſchmales Stückchen Phosphor in feiner Baumwolle von ſelbſt und entbrennt mit lebhaftem Lichte, indeſs ein dickeres und gröſseres Stück dabei lediglich mit ſchwachem Lichte leuchtet. Eben ſo läſst ſich ein groſses Stück Zink an der Luft ſchmelzen, ohne ſich zu entzünden, indeſs kleine und dünne Zinkſpäne lebhaft entbrennen, lange ehe ſie bis zum Schmelzpunkte erhitzt ſind.

*) Nicholſon fand, daſs ſehr feine Stahlſpäne oder Fädchen, die er beim Drechſeln von ſehr feiner Stahlwaare auf der Drehbank erhalten hatte, und die kaum den tauſendſten Theil eines Zolles dick waren, an der Lichtflamme ſchnell Feuer fingen, und ſelbſt in Mengen zu 1 Kubikzoll und mehr gänzlich verbrannten. Doch wurden ſie dabei nur ſo wenig oxydirt, daſs ſie nach dem Verbrennen kaum ihre Biegſamkeit verloren hatten. (Nich. *Journal*, Vol. 4, p. 105.) *d. H.*

5. Dafs durch einen einzigen Schlag oder Stofs an der Oberfläche eines Metalls eine fehr beträchtliche Temperaturerhöhung bewirkt werden könne, läfst fich fchwerlich annehmen, da das Leitungsvermögen der Metalle fo grofs ift, dafs diefe Hitze fich fogleich den benachbarten Theilchen mittheilen würde. Selbft wenn kleine Theilchen der Metallfläche abgeriffen werden, fo reicht die dazu nöthige Zeit, ift fie auch viel zu klein, als dafs wir fie wahrnehmen könnten, doch hin, dafs diefe Theilchen in ihr viel von ihrer Wärme verlieren können.

Körper, die dadurch, dafs man fie an einander fchlägt oder reibt, im *Vacuo*, oder in *Gasarten, die keinen Sauerftoff* enthalten, oder unter *Waffer* leuchtend werden, wie z. B. Flufsfpath und Kalkfpath, Kiefel, Glas, Zucker und mehrere der zufammen gefetzten Salze, find zugleich *für fich* electrifch und phosphorefcirend. Höchft wahrfcheinlich rühren daher die Lichtblitze, die fie hervor bringen, theils von Electricität her, die an ihrer Oberfläche durch Reibung erregt wird, theils von Phosphorefcenz, zu der fie in der Regel fchon durch einen mäfsigen Grad von Wärme gebracht werden. Doch ift es nicht unwahrfcheinlich, dafs in einigen Fällen, wo Steine, die fehr hart und dabei fchlechte Wärmeleiter find, zufammen ftofsen, ein wirkliches Glühen der abgefchlagenen Theilchen Statt finde. Mehrere Thatfachen fcheinen dafür zu fprechen. T. Wedgwood brachte ein

Stück Fensterglas mit einem in Umlauf gesetzten Schleifsteine in Berührung; das Glas wurde im Punkte der Reibung roth glühend und sprühte leuchtende Theilchen umher, die Schiesspulver und Wasserstoffgas entzündeten. *) Und nach einem neuern Reisenden verschaffen sich die Einwohner von Unalaschka dadurch Feuer, dass sie zwei Stücke Quarz, deren Oberflächen sie zuvor mit gediegenem Schwefel gerieben haben, über dürrem Grase an einander schlagen. **)

*) *Philosoph. Transact.*, 1792, p. 45. [Wedgwood's Versuche über die Erzeugung des Lichts in verschiedenen Körpern durch Hitze und Reiben, in Gren's *Journal der Physik*, B. 7, S. 57. Fensterglas, Achat, Quarz, oder Bergkrystall an einen umlaufenden feinen Sandstein gehalten, gaben ein weisses oder röthliches Licht, das selbst am Tage sichtbar war, und rothe Funken, deren einige 14 bis 15 Zoll weit durch die Luft flogen, ehe sie verloschen, und aus glühenden Stückchen dieser Körper in der Grösse feiner Sandkörner bestanden, die in die Haut brannten und Schiesspulver und brennbare Luft entzündeten. Dasselbe kann man auf allen Schleifmühlen sehn. *d. H.*]

**) Sauer's *Account of Billing's Expedit. to the northern part of Russia*, p. 159. *D.*

VI.

Ueber *die Verfertigung der feinen Schneidewaaren aus Stahl,*

von

William Nicholson
in London. *)

In der Kindheit der menschlichen Gesellschaft bediente man sich der härtesten Steine und Hölzer zu schneidenden Instrumenten, und noch jetzt dienen sie dazu manchen rohen Völkern. Darauf des Kupfers, das durch beigeschmelztes Zinn gehärtet wurde; mancherlei Waffen daraus kann man in Waffen- und Kunstsammlungen noch jetzt finden. Zuletzt endlich des Stahls, theils des natürlichen, der unmittelbar aus den Minern geschmelzt wurde, theils des durch Cementation aus weichem Eisen verfertigten. Durch Härte verbunden mit Haltbarkeit verdrängte dieser mit Recht alle andere Materialien, und seitdem ist die Verfertigung der schneidenden Werkzeuge aus Stahl eine der ersten und nothwendigsten Künste in der menschlichen Gesellschaft.

Welche Stahlart sich zu den verschiedenen Werkzeugen, zu Feilen, Meisseln, Sägen, Sche-

*) Aus dessen *Journal of nat. phil.*, Vol. 4, p. 127 f., und Vol. 1, p. 468 und 368. *d. H.*

ren, den zahllofen Arten von Meffern, und fo weiter, am beften eignet, und wie fie zu behandeln ift, um Werkzeuge von der gröfsten Güte zu geben, läfst fich am beften, ja faft allein, von Stahlarbeitern felbft erfahren, die ihre Kunft durch Benutzung ihrer Erfahrungen und durch Nachdenken zu vervollkommnen gefucht haben. Manche Methoden werden zwar geheim gehalten, im Ganzen aber wird der Gelehrte eine liberale Denkungsart, und Männer finden, die, was fie wiffen, wifsbegierigen Gelehrten gern mittheilen, fo weit es nur die Umftände erlauben. Diefes habe ich vor kurzem wieder bei dem durch feine vortrefflichen Stahlarbeiten berühmten Hrn. Stodart, am Strande, gefunden. Was er mir mit der gröfsten Bereitwilligkeit von feinen Einfichten und Erfahrungen mitgetheilt hat, fetzt mich in den Stand, folgende Belehrungen über die Kunft, feine Schneidewaaren aus Stahl zu verfertigen, öffentlich bekannt zu machen.

Wie es fcheint, ift man jetzt allgemein darüber einverftanden, dafs, befonders zu den feinen Schneidewaaren und zu allen Arbeiten, bei denen kein Anfchweifsen nöthig ift, der *Gufsftahl* allen andern Stahlarten vorzuziehen ift. Herr Stodart bedient fich der Stangen, die mit Huntsman bezeichnet find, ohne doch behaupten zu wollen, dafs fie von befferer Güte, als die aus der Walker'fchen und andern Fabriken wären. Er und andere verftändige Künftler beklagen fich indefs fehr, dafs

dieser Stahl jetzt lange nicht mehr so gut, wie sonst sey.

Ueber die Kunst des *Schmiedens* habe ich ihn nicht befragt, weil ich für ausgemacht annahm, dass sie in nichts mehrerm besteht, als in der Geschicklichkeit, die Stahlstange und den Hammer gehörig zu handhaben, und in Vorsicht, um weder das Gefüge des Stahls durch starkes Hämmern in einer zu niedrigen Temperatur zu verderben, noch überhaupt die Güte des Stahls durch zu heftige Hitze, oder indem man ihn dem Luftstrome der Blasebälge bloss stellt, zu verringern.

Die schneidenden Werkzeuge aus Stahl müssen nicht nur einen bedeutenden Grad von Härte, um in den zu schneidenden Körper einzudringen, sondern auch von Zusammenhalt haben, um während des Eindringens nicht zu zerbrechen. Der härteste Stahl ist zugleich der sprödeste und zerbrechlichste, weshalb zu manchem Gebrauche die Härte desselben zu vermindern ist, um ihm mehr Festigkeit zu geben. Eine Stahlfeder z. B. braucht nicht sehr hart zu seyn, muss aber viel Zusammenhalt haben. Messer, womit Leder und andere weiche Körper geschnitten werden sollen, müssen etwas härter als eine Stahlfeder seyn; noch härter Feder- und Rasirmesser; und am härtesten Feilen und andere Werkzeuge, womit man Metall bearbeiten will, wiewohl man selbst bei diesen darauf bedacht seyn muss, nicht ihre Haltbarkeit der Härte ganz aufzuopfern.

Das *Härten* des Stahls wird dadurch bewirkt, dafs man ihn zum Glühen bringt, und dann ins Waffer taucht.

Im Feuer zum *Härten* bekleiden die Mefferfchmiede ihr Werk nicht mit einer Umhüllung, wie das die Feilenhauer thun müffen, um zu verhindern, dafs der Stahl im Feuer nicht an der Oberfläche wieder zu Eifen werde; auch würde das in der That unnöthig feyn, bei Waaren, die beftimmt find, durch Anlaffen eine mindere Härte zu erhalten, und gefchliffen zu werden. Herr Stodart ftimmt mit mir überein, dafs es am beften ift, den Stahl fo wenig als möglich über den Zuftand zu härten, den man durch das Anlaffen beabfichtigt. Schneidewaaren, die überhitzt worden, haben eine weiche, fich umlegende Schneide, und erhalten nicht den Grad oder Bart, (*wire*,) von dem weiterhin die Rede feyn wird. Die rechte Hitze ift die, bei der die Waare am Tage kirfchroth glüht. Er fand es ohne Vortheil, dem Waffer beim Härten der Schneidewaaren Salz beizumifchen, oder es zu erkälten, oder ftatt deffelben Queckfilber zu nehmen; nur bei Feilen, Grabftícheln und ähnlichen Werkzeugen, die den äufserften Grad der Härte haben müffen, ift die Befchaffenheit der abkühlenden Flüffigkeit von Einflufs. Obgleich Hr. Stodart nicht viel auf Handgriffe beim Härten hält, fo erwähnte er mir doch, als eine Erfindung einer feiner Arbeiter, das Kohlenfeuer hierbei mit Lederfpänen anzumachen. Seitdem er das gethan, fey ihm, behauptete diefer Arbeiter, nie ein Scher-

messer beim Härten gesprungen, was sonst sehr oft geschehen sey. Dieser Kunstgriff scheint mir allerdings vortheilhaft zu seyn. Denn, dass spröde Körper beim Abkühlen springen, kömmt daher, weil ihre Oberfläche, deren Theilchen sich zuerst zusammen ziehn, zu klein wird, um die innern Theile noch zu umfassen. Es ist aber bekannt, dass der Stahl einen grössern Raum einnimmt, wenn er gehärtet ist, als zuvor, und es liesse sich leicht beweisen, dass dieses Zunehmen des Umfangs desto geringer seyn muss, je mehr der Stahl sich dem Zustande des Eisens nähert. Gesetzt also, dass wir ein Schermesser, oder ein anderes Stück Stahl in einem offenen Feuer bei durchziehendem Luftstrome glühen, so wird der äussere Theil durch den Verlust des Kohlenstoffs sich der Natur des Eisens nähern, und daher wird beim Härten die innere Masse desto eher für die äussere Oberfläche zu gross werden und diese zersprengen. Wenn aber das Stahlstück in die cementirende Mischung eingehüllt wird, oder das Feuer thierische Kohle enthält und so angemacht ist, dass es die Stelle der Cementirung versieht, so verlieren die äussern Theile des Stahls durch die Hitze nicht nur nichts von ihrem Kohlenstoffe, sondern sie erhalten davon im Gegentheile noch mehr, und statt zu springen und zu brechen, wird nun die Oberfläche im Gegentheile dichter und fester werden.

Eine der grössten Schwierigkeiten beim Härten der Stahlwaaren von irgend etwas beträchtlicher

Gröſse, beſonders ſolcher Artikel, die aus dünnen Platten gebildet werden, oder deren verſchiedene Theile eine verſchiedene Dicke und Geſtalt haben, beſteht in der offenbaren Unthunlichkeit, die dickern Theile zum Glühen zu bringen, ohne die dünnern zu verbrennen. Es iſt ſelbſt bei einem ganz gleichförmigen Stücke ſchon ſehr ſchwer, das Feuer ſo anzumachen, daſs es eine ſchnelle und faſt durchgängig gleich intenſive Hitze giebt. Dieſe Schwierigkeit machte mir lange Zeit eine Menge feiner Stahlarbeit miſsglücken, mit der ich mich vor ungefähr ſieben Jahren beſchäftigte. Erſt nach vielen fehl geſchlagenen Verſuchen glückte es mir, indem ich mich eines Bades von geſchmolzenem Blei bediente; ein Kunſtgriff, den ich aus Gründen, die ſich ſehr leicht rechtfertigen laſſen, bis jetzt geheim gehalten habe. Man muſs dazu reines Blei nehmen, was wenig oder gar kein Zinn hält, es zu einer mäſsigen Rothglühehitze bringen, wohl umrühren, und dann das Stahlſtück auf wenig Secunden hinein tauchen, bis der Stahl und das Blei mit gleicher Stärke zu leuchten ſcheinen. Man ſchüttelt das Stahlſtück dann ſchnell im Bade herum, zieht es plötzlich heraus und wirft es in eine groſse Maſſe Waſſer. Auf dieſe Art kann man eine Stahlplatte ſo härten, daſs ſie vollkommen ſpröde wird, und doch unverletzt in ihrem Gefüge bleibt, ſo daſs ſie wie eine Glocke klingt, welches ich auf keine andere Weiſe hervor zu bringen vermochte. Herr Stodart hat dieſe Methode neulich mit vielem

Glücke verſucht, und erklärt ſie ſeitdem für eine wichtige Bereicherung ſeiner Kunſt, wofür ich in der That ſie auch ſelbſt halte.

Das *Anlaſſen* (*letting down, or tempering*) des Stahls hält man für unumgänglich nöthig, um eine feine dauerhafte Schneide hervor zu bringen, da der Stahl nach dem Härten zu ſpröde iſt, um zu ſchneidenden Werkzeugen dienlich zu ſeyn. Das Anlaſſen, wodurch man ihm auf Koſten der Härte mehr Haltbarkeit giebt, und ſeine Sprödigkeit mindert, beſteht darin, daſs man den gehärteten Stahl ſo lange erhitzt, bis ſeine glänzende Oberfläche gewiſſe bekannte Farben durch Oxydirung angenommen hat. Die erſte dieſer Farben iſt ein ſehr ſchwaches Strohgelb, welches bei zunehmender Hitze immer dunkler und endlich ein ſchönes dunkles Goldgelb wird, das ſich auf eine ungleichförmige Art in Purpur, und dann in ein ganz gleichförmiges Blau verwandelt. Auf dieſes folgen Weiſs, und darauf verſchiedene ſchwache Wiederhohlungen der genannten Farben in ihrer Folge. Der härteſte Zuſtand der angelaſſenen Werkzeuge, z. B. der Schermeſſer und der chirurgiſchen Inſtrumente, wird, wie bekannt, durch die Strohfarbe angezeigt. Die Meſſer der Lederarbeiter und andere Werkzeuge, deren Schneide auf eine Seite gewendet iſt, müſſen eine dunklere Farbe haben. Das Blau zeigt den richtigen Grad des Anlaſſens für Stahlfedern, für Schneideinſtrumente aber eine ſchon zu weiche Temperirung an,

Sägen und Werkzeuge ausgenommen, die mit einer Feile geschärft werden. Bei noch niedrigern Graden von Härte ist der Stahl zu allen schneidenden Werkzeugen untauglich.

Es kömmt beim Anlassen eben so sehr als beim Härten darauf an, dass die Hitze überall gleich stark auf den Stahl wirke; auch sollte man sich der zu den verschiedenen Graden der Härte nöthigen Temperaturen auf eine genauere Art, als durch die verschiedenen Schattirungen durch Oxydation versichern. Was das erstere betrifft, so ist es eine Erfindung Hartley's, zu diesem Ende den gehärteten Stahl in heisses Oehl, oder in eine schmelzende Mischung von 5 Theilen Blei, 3 Theilen Zinn und 8 Theilen Wismuth, [Rose'sches Metallgemisch,] zu tauchen. Die Temperatur dieser beiden Flüssigkeiten kann man, wenn sie nicht den Siedepunkt des Quecksilbers überschreitet, auf die gewöhnliche Art bestimmen und genau reguliren, und dies Verfahren gewährt dann für das Anlassen eines ganzen Werkzeugs oder mehrerer zugleich dieselben Vortheile, als meine Methode, zu härten. Aus mehrern Gründen ist das Oehl der geschmolzenen Mischung vorzuziehen: es ist wohlfeiler, das Werkzeug bleibt darin sichtbar, und es bedarf keiner Vorkehrung, um das Instrument untergetaucht zu erhalten.

Was das zweite betrifft, so ersuchte ich Herrn Stodart, mir zu einer genauen Kenntniss der Wärmegrade behülflich zu seyn, in denen die verschie-

denen Farben auf dem gehärteten Stahle erscheinen. Er stellte in dieser Absicht eine Reihe von Versuchen mit chirurgischen Nadeln an, die gehärtet und höchlichst polirt waren, und während sie auf der Oberfläche der geschmolzenen [Rose'schen] Mischung schwammen, einer gradweise steigenden Hitze ausgesetzt wurden. Folgendes ist das Resultat dieser Versuche:

Die *erste* Nadel wurde bei 430° F. heraus genommen. Diese Temperatur läfst den Stahl in dem vortrefflichsten Zustande für Schermesser und Scalpelle. Der Anlauf, oder blafsgelbliche Teint, der dabei entsteht, ist so schwach, dafs er ohne Vergleichung mit andern polirten Stahlstücken gar nicht erkannt werden kann. Die Instrumente, die man nur bis zu diesem Grade anläfst, behalten die Schärfe ihrer Schneiden viel länger, als die, auf denen man die wirkliche Strohfarbe hat entstehen lassen; und doch treibt man gewöhnlich für sie die Temperirung bis zum Strohgelb. Uebrigens sind, wie Herr Stodart behauptet, 430° F. die niedrigste Temperatur für das Anlassen, und bei niedrigern Hitzegraden erhält das Werkzeug keine feste und haltbare Schneide.

Die *zweite* Nadel wurde bei 440°, und die *dritte* bei 450° Wärme heraus genommen. Beide unterscheiden sich in ihrem Ausfehn von 1 so wenig, dafs man diese nicht mit Gewifsheit wieder heraus finden konnte, wenn man alle drei Nadeln zusammen geworfen hatte. Als die *vierte* Nadel

bei 460° Wärme heraus genommen wurde, hatte sie ganz den Teint, den die Arbeiter die blasse Strohfarbe nennen; eine Temperirung, welche man gewöhnlich den Federmessern, Schermessern und andern feinen Schneidewaaren giebt. Diese Nadel ist, wie Herr Stodart mich versichert, viel weicher als die erste; ein Unterschied, der das Vorzügliche dieser Methode, die Stahlwaaren anzulassen, sehr auffallend beweist.

Die folgenden Nadeln, welche Herr Stodart bei 470°, 480°, 490° und 500° F. aus der geschmolzenen Mischung nahm, waren von stufenweise dunklerer Schattirung. Die letzte von einem glänzenden metallischen bräunlichen Gelb, das sehr wenig ins Purpur spielte.

Ehe die *neunte* Nadel gleichförmig dunkelblau wurde, stieg die Temperatur bis auf 580°. Die Schattirungen, durch welche der Stahl von 500° bis 580° hindurch geht, sind Gelb, Braun, Roth und Purpur, die sich unregelmäſsig auf verschiedenen Stellen der Oberfläche zeigen.

Da ich diese unregelmäſsigen Farben schon früher, besonders auf der Oberfläche eines Schermessers von *Wootz*, *) gesehn, und eigne Erfah-

*) Vom *Wootz* siehe Pearson's Abhandl. in den *Philos. Transact.*, 1795, P. 2. *Nich.* [Eine aus Bombay nach England gekommene Stahlart, die in Hindostan als die härteste vorzüglich geschätzt und zu schneidenden Werkzeugen verarbeitet wird, die

rung mich belehrt hatte, dafs die Farben auf verschiedenen Stahlarbeiten nicht gleichen Graden der Temperirung entsprechen, so bat ich Herrn Stodart, auch hierüber einige Versuche anzustellen. Es wurden zu dem Ende auf dem schmelzenden Metalle vier schön polirte Klingen der Hitze ausgesetzt, und die erste heraus genommen, als sie die gleichförmige dunkle Strohfarbe erhalten hatte. Die zweite blieb auf der Mischung, bis ihr Ende, das nach dem Griffe zu kömmt, purpurfarben wurde, wobei sich zugleich eine Menge kleiner runder Purpurflecke auf dem klaren Gelb der Klinge zeigte. Die dritte liefs man so lange auf der Mischung liegen, bis der dickere Theil der

aber keine Rothglühehitze verträgt, und sich nicht mit Eisen und Stahl zusammen schweifsen läfst. Unter einem schweren Hammer nimmt sie keine Eindrücke an, und springt nicht; unter der Feile zeigt sie sich weit härter als gemeiner noch nicht gehärteter Brennstahl, doch nicht ganz so hart als höchst gehärteter Stahl; auf dem Feilstriche ist sie glänzend blau, wie gehärteter Stahl, doch glänzen einige Stellen stärker wie die andern, und der Bruch ist dem des raffinirten Roheisens am ähnlichsten. Ein von Stodart daraus verfertigtes Federmesser soll, nach der Versicherung des Herrn Hofraths Blumenbach, von einer bewundernswürdigen Feinheit und dauerhaften Schärfe seyn, und andere Federmesserklingen und Glas angreifen, und Stodart soll den *Wootz* zu schneidenden chirurgischen Werkzeugen dem besten europäischen Stahle vorziehn.] *d. H.*

Klinge eine dunkelrothe Purpurfarbe annahm, wobei indefs die hohle Oberfläche immer noch gelb blieb, und wie die vorige Flecke annahm, auch etwas matt wurde. Diese drei Klingen waren Gufsftahl. Die vierte, aus fo genanntem fteirifchen Stahle, blieb auf der Mifchung, bis fich der rothe Teint faft auf ihrer ganzen hohlen Fläche verbreitet hatte. Es zeigten fich auf der Klinge zwei oder drei Flecke; der übrige gröfsere Theil ihrer Oberfläche fpielte mit blauen Wolken, die wellenförmige Linien, denen ähnlich, darftellten, welche beim Damascener Stahle das Waffer genannt werden. *)

Diefe

*) Nicholfon, der eine ächte in Conftantinopel für 12 Guineen gekaufte Damascenerklinge einige Tage lang zur Unterfuchung im Haufe gehabt hatte, fand fie von einer dunkelgrauen, ins Bläuliche fpielenden Farbe, auf dem Rücken und auf den beiden fchmalen unter 40° gegen einander geneigten Ebenen, die ihre Schneide bildeten, ganz glatt und gleichförmig, auf den breiten Flächen aber überall mit kleinen Wellenlinien in Maffe und nach allen Richtungen bedeckt, die fich doch nicht durchkreuzten, meift nach der Länge der Klinge fortliefen, die Dicke von Klavierfeiten hatten, weder fcharf begränzt noch fcharf fortlaufend waren, und fich nicht durch ungleiche Tiefe, fondern durch Verfchiedenheit des Glanzes und der Politur unterfchieden. Wenn diefes fo genannte Waffer beim Schleifen oder Abziehen verfchwindet, fo braucht man nur etwas Citronenfaft auf die Klinge zu bringen, um es fogleich wieder erfcheinen zu machen.

Diefe

Diese Thatsachen führen unmittelbar auf fol-
ende beiden Resultate. Erstens, das unregelmä-
ige Erscheinen der dunkeln Farbe auf der Ober-
äche des glänzenden Stahls kann eben so gut als
n Merkmahl der Ungleichartigkeit seiner Compo-
tion, wie die Probe mit einer Säure dienen. *)

Diese Klinge war nicht härter wie der gewöhnliche geschmiedete Stahl, schwer zu biegen, und hatte nicht so viel Elasticität, nach dem Biegen ihre erste Gestalt wieder anzunehmen. Ihre Vortrefflichkeit soll darauf beruhen, dass sie nicht zerbricht und springt, und dass sie in eine weiche Substanz, z. B. in ein Pack Wolle oder in Fleisch, tiefer schneidet, als jede andere Klinge. Nicholson vermuthet hiernach, dass der ächte Damascener Stahl nichts anderes als eine mechanische Verbindung von Stahl und Eisen ist, aus der eine fehlerlose Klinge zusammen zu schweissen viel Kunst und Mühe koste, woher der hohe Preis derselben rühre; die keiner merklichen Härtung fähig, und daher auch der Gefahr, aus Sprödigkeit zu springen, nicht unterworfen ist; deren Fehlerlosigkeit sich durch den Prozess, wodurch das Wasser hervor gebracht wird, leicht ausmitteln lässt; und deren Schärfe endlich, wegen der verschiedenen Härte des Stahls und Eisens, rauh seyn, und daher nach Art einer Säge in nachgebende Substanzen tiefer einschneiden muss, als Werkzeuge mit einer gleichartigen Schneide. Vermuthungen, die durch Versuche im Kleinen, Damascener Stahl auf diesem Wege zu machen, bewährt wurden. (Nicholson's *Journal*, Vol. 1, p. 469.) *d. H.*

*) Zu dieser bediene ich mich eines Tropfens schwa-

Zweitens, dafs die dunkle Farbe sich zuerst auf den dickern Theilen zeigt, ist Herr Stodart geneigt, als ein Zeichen anzusehen, dafs diese Theile sich nicht gehärtet haben. Ich fand aber bei einer Stahlplatte, von der das eine Ende gänzlich war gehärtet und das andere weich gelassen worden, dafs das in ihrer Mitte angebrachte Feuer an beiden Enden die regelmäfsige Farbenänderung, und zwar ganz auf gleiche Art, hervor brachte. Ich muthmafse daher, dafs die Wärme den dickern Theilen, weil sie tiefer in das heifse Metall einsinken, sich schneller mittheilt. Ich habe mehrmahls bemerkt, dafs, wenn Salpetersäure auf glänzenden Stahl, der nur an einer Stelle gehärtet war, getröpfelt wurde,

cher Salpetersäure, auf einer angefeilten oder mit Schmirgel abgeriebenen Stelle. Die Säure verräth durch die dunkle oder gefleckte Farbe, ob das Metall gleichartiger Stahl ist, oder nicht; und so lassen sich in Schmiedeeisen Adern von Stahl, die beim Drechseln so hinderlich sind, und im Stahle Ungleichförmigkeit der Mischung entdecken, die ihn zu vielen Arbeiten unbrauchbar macht, und gewöhnlich erst entdeckt wird, wenn die Arbeit bald fertig und verloren ist. Durch dieses Mittel habe ich Stangen von Stahl gefunden, die eben so voll Adern und Unregelmäfsigkeit, wie Holz, sind, und bin im Stande gewesen, zu sehr feinen Stahlarbeiten die besten und gleichförmigsten Stücke auszusuchen. Ehe ich diesen Kunstgriff anwendete, hatte ich oft den Aerger, umsonst gearbeitet zu haben. *Nicholson.*

der gehärtete Theil ſich eher und ſtärker ſchwarz färbte, als die übrige Fläche; eine merkwürdige Erſcheinung, die ich nicht im Stande bin theoretiſch zu erklären.

Wenn die ſchneidende Waare geſchmiedet, gehärtet und angelaſſen iſt, muſs ſie noch geſchliffen, polirt und geſchärft werden. Das *Schleifen* der feinen Schneidewaaren geſchieht auf ſo genannten Bilſon'ſchen Schleifſteinen, die ein feines dichtes Korn haben und in London zu einem mäſsigen Preiſe zu kaufen ſind. Die Meſſerſchmiede bedienen ſich zum Schleifen bloſs des Waſſers und ſcheinen vom Gebrauche des Talgs gar nichts zu wiſſen. Das *Poliren* geſchieht mit Schmirgel von verſchiedener Feinheit auf einem Cylinder, der entweder ganz aus Mahagonyholz beſteht, oder mit hartem Zink (*pewter*, *called laps*) belegt iſt, welches letztere vorzuziehen iſt. Zur letzten Politur wird ein mit Büffelleder bekleideter Cylinder gebraucht, der mit Crocus, oder rothem Eiſenoxyd und mit Waſſer beſtrichen wird. Dieſe letztere Operation iſt deſswegen ſchwierig, weil ſich dabei das Werk leicht erhitzt, wodurch es faſt augenblicklich längs der dünnen Schneide ſeine Härte, wie durch ein ſtärkeres Anlaſſen verliert, und die Farben der Oxydation annimmt.

Das *Wetzen* oder *Schärfen* (*ſetting*) verlangt ſo viele Aufmerkſamkeit und Geſchicklichkeit, daſs Herr Stodart mir geſtand, er könne keine untadelhafte und vollkommen ſcharfe Schneide zu

Stande bringen, wenn er durch Gespräche, oder nur durch Geräusch auf der Strasse gestört werde. Das Werkzeug wird zuerst auf einem mit Oehl benetzten Wetzsteine gewetzt, indem man es rück- und vorwärts streicht. Bei allem Schleifen oder Bilden der Schneide, und ganz besonders beim Wetzen, scheinen die Künstler lieber die Schneide, als den Rücken dem sich umdrehenden Schleifsteine entgegen zu halten. Diese Procedur ist sehr vernünftig. Denn wenn irgend ein hartes Steinchen, oder eine andere Substanz sich auf der Oberfläche des Schleifers befindet, so biegt sie, wenn der Rücken des Werkzeuges zuerst darüber läuft, die Schneide aus, und bringt auf diese Art eine Lücke in ihr hervor: schleift man im Gegentheile gegen die Schneide, so fährt sie unter einem solchen Partikelchen weg, das sie auf ihrem Wege findet, und leidet so keinen Schaden. Beim Wetzen darf man das Instrument nicht zu stark aufdrücken, denn offenbar können viele Striche und Züge eine mehr gleichförmige und schärfere Schneide, als wenige bewirken. Auch ist es sehr wichtig, daſs der Wetzstein selbst ein feines Korn hat, oder nur sehr wenige kieselartige Partikelchen enthält. Herr Stodart sagte mir, daſs es gar keine gewissen Kennzeichen gäbe, wodurch man die ganz guten Wetzsteine von den gewöhnlichen unterscheiden könne, wenn man sie nicht beide durch den wirklichen Gebrauch prüfe; daſs der türkische Stein schnell wetzt, aber nie ein sehr feines Korn hat; daſs der gelbe Wetzstein in

den meiſten Fällen der nützlichſte iſt, jeder Stein dieſer Art aber in Oehl zu tränken und damit naſs zu erhalten iſt; und daſs man endlich in dem alten Pflaſter der Londner Straſsen einen grünen Wetzſtein finde, der zur letzten Bearbeitung der feinen Schneiden bis jetzt noch das beſte Material ſey, das man kenne.

Durch das Wetzen wird zuerſt die nach dem Schleifen zurück bleibende rauhe und dicke Schneide ſo dünn gemacht, daſs man ſie rechts und links biegen kann. Dieſen biegſamen Theil nennt man den Grad oder Bart (*wire.*) Setzt man das Wetzen zu lange fort, ſo fällt er ſtückweiſe und ohne Regelmäſsigkeit ab; die Schärfe, die er zurück läſst, iſt dann zwar ſehr fein, aber unvollkommen. Die Art, wie man dieſen Grad abnimmt, iſt, daſs man die Schneide, unter einem Winkel von ungefähr 50° mit dem Steine, über dieſen gegen die beiden Enden hin ſanft ſtreicht. Hierdurch entſteht eine Schneide, deren beide Flächen einen Winkel von 100° mit einander machen, und an der der Grad nur ſo noch anhängt, daſs man ihn leicht und im Ganzen ablöſen kann, wenn man die Schneide ſanft über den Nagel eines Fingers zieht. Die ſo gereinigte Schneide iſt gemeiniglich ſehr gleich und gerade, aber noch zu dick, und muſs daher nochmahls durch Wetzen geſchliffen werden, wobei indeſs leicht wieder ein feiner Grad entſtehen kann, wenn es zu weit getrieben wird; in dieſem Falle iſt die letzte Schneide zwar ſehr ſcharf, aber nicht

gleich und stark genug, um dauerhaft seyn zu können.

Die letzte Behandlung besteht darin, dass man die Schneide des Messers zwei oder mehrere Mahl ganz leise gegen den Wetzstein streicht, und zwar unter einem Winkel von 28°. Dies ist der Wetzwinkel, den Herr Stodart bei der Vollendung der feinsten chirurgischen Instrumente mit der grössten Genauigkeit und Sorgfalt beobachtet, und den er für den besten hält. Der Winkel, den die beiden Ebenen der Schneide mit einander machen, beträgt daher ungefähr 56°.

Die Güte und Gleichheit einer feinen Schneide ersieht man aus ihrem Verhalten, wenn man sie über eine glatte Haut, über Leder, oder eine andere weiche organische Substanz leicht wegstreicht. Die Lanzetten probirt man dadurch, dass man ihre Spitze vorsichtig auf ein Stück dünnen weichen Leders fallen läfst. Wenn die Schneide ausgesucht gut ist, so dringt sie nicht allein mit Leichtigkeit durch, sondern sie bringt dabei auch nicht das geringste Geräusch hervor. Um ihr diese Güte zu verschaffen, muss man sie zuletzt zwei oder mehrere Mahl über den erwähnten grünen Wetzstein streichen.

Das *Abziehen* (*strapping*) geschieht wie das Schleifen und Wetzen, und wird vermittelst der eckigen Partikelchen des feinen Crocus oder eines andern Materials bewirkt, das auf dem Riemen eingerieben wird. Diese Operation erfordert nicht so viel Geschicklichkeit, als das Wetzen, oder

Schärfen (*setting;*) die Elasticität des Riemens veranlaſst aber leicht eine Vergröſserung des Winkels der Schneide, oder rundet ſie zu ſehr ab.

ANHANG.

Vortheile beim Schleifen ſchneidender Inſtrumente. *)

Vor mehrern Jahren wurde mir ein intereſſanter Umſtand beim Schleifen bekannt, der vielleicht für die Kunſt von Nutzen ſeyn kann. Es iſt eine tägliche Erfahrung, daſs beim Reiben Hitze entwickelt wird. Jedermann weiſs z. B., daſs Funken aus einem trockenen Schleifſteine ſprühen, an den man beim Umdrehen ein Stück Eiſen oder Stahl hält. Die Hitze, die ſich dabei erzeugt, iſt ſo ſtark, daſs ſie oft den Stahl glühend macht, und daſs Inſtrumente aus gehärtetem Stahle nicht ſelten weich werden und verderben, wenn man beim Schleifen nicht die gehörige Sorgfalt anwendet. Läuft der cylindriſche Schleifſtein über einem Behältniſſe mit Waſſer, in das ein Theil deſſelben ſich eintaucht, ſo läſst er ſich nur mäſsig geſchwind umdrehen, und nur langſam damit arbeiten, weil ſonſt das Waſſer, vermöge der Centrifugalkraft, die der Stein demſelben mittheilt, heraus fliegen würde; und läſst man das Waſſer von oben herab durch einen Hahn auf den Schleifſtein flieſsen, ſo iſt die Waſſermaſſe

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 1, p. 131. *d. H.*

zu unbeträchtlich, um den Stein bei der nöthigen gemäſsigten Temperatur zu erhalten. Man hat ſogar Beiſpiele, daſs, wenn an harte Inſtrumente unter einer beträchtlichen Waſſermaſſe eine Spitze geſchliffen, und dieſe nicht in den Strom des Waſſers ſelbſt gehalten wird, die Spitze erweicht; auch iſt es nichts ſeltenes, daſs ſelbſt unter dem Waſſer Funken heraus ſpringen. Mein Informant verſichert mir, daſs die feinen Meſſer in Deutſchland auf einem Cylinder von einer beſondern Art Töpferwaare geſchliffen werden, auf deſſen Oberfläche etwas pulveriſirter Wetzſtein, vermittelſt Unſchlitts, angebracht iſt. Der Vorzug dieſer Schleifſteine aus Töpferzeug ſoll darin beſtehen, daſs ſie auch beim ſchnelleſten Drehen im Schleifen keine Hitze erzeugen.

Dieſer Umſtand ſchien mir einer nähern Erörterung werth zu ſeyn. Die drei Körper, die in der Vorrichtung zuſammen wirken, ſind Töpferwaare, pulveriſirter Schleifſtein und Talg. Daſs dieſe einer heftigen und ſchnellen Reibung könnten ausgeſetzt werden, ohne die Temperatur zu erhöhen, ſchien mir beim erſten Anblicke kaum glaublich zu ſeyn, und ich war mehr geneigt, die Thatſache zu verwerfen, als nach ihrer Urſache zu forſchen. Ueber die Töpferwaare und deren Beſchaffenheit war nichts Beſtimmendes angegeben; in eine Eigenthümlichkeit des Schleifſteinſandes läſst ſich die behauptete Wirkung ſchwerlich ſetzen; man hätte ſie alſo im Talge ſuchen müſſen, deſſen Wirkung in

der That auffallend ist, und sich wohl hätte vorher sagen lassen. Ich kann mir indessen nicht das Verdienst anmaſsen, die Sache so a priori entwickelt zu haben; denn mein Apparat war fertig, und die Versuche damit sprachen zu deutlich, als daſs ich mich auf solche systematische Betrachtungen hätte einlassen sollen.

Da ein Schleifstein aus Töpferwaare nicht leicht zu bekommen war, so nahm ich einen Newcastler Schleifstein von feinem Korne, der 10 Zoll im Durchmesser hatte, und zugleich einen Mahagony-Block, der ein mit Schmirgel überzogener Schleifstein werden sollte. Beide wurden an eine Achse befestigt, in eine starke Drehbank eingespannt, und dann zu vollkommenen cylindrischen Scheiben von gleichem Durchmesser abgedreht. Die cylindrische Fläche der hölzernen Scheibe war etwas vertieft, um den Schmirgel zu fassen, den man mit Oehl vermengt hier auftrug, so daſs er eine glatte Fläche bildete. Unter dem Steine wurde ein schicklicher Behälter für Wasser angebracht, durch das der Stein lief. Das zu schleifende Instrument war eine Feile, deren Zähne sollten heraus geschliffen werden. Das Drehen geschah durch den Mechanismus der Drehbank, mit einer solchen Geschwindigkeit, daſs auf eine Secunde 5 Umdrehungen kamen. Der Stein arbeitete nur langsam und spritzte das Wasser so stark umher, daſs es den Arbeiter hinderte und der Wasserbehälter bald ausgeleert wurde. Die überschmirgelte Scheibe schliff schneller. Aber

obſchon die Feile ſchnell hin und her bewegt, und ſo mit der Friction über die ganze Ebene der Feile hurtig abgewechſelt wurde, ſo erhitzte ſie ſich doch bald zu ſehr, als daſs man ſie mit der bloſsen Hand hätte halten können; und faſste man ſie vermittelſt eines Tuchs an, ſo wurde die Arbeit nicht nur ungeſchickt, ſondern die Hitze nahm auch in dem Grade zu, daſs das Oehl ſich zu zerſetzen und brenzlich zu riechen anfing. Als man die Feile an den trockenen Stein anhielt, wurde ſie faſt unmittelbar blau, und bald nachher roth glühend.

Darauf wurden beide Schleifſteine mit Talg überzogen, indem man ein Talglicht beim Umdrehen an ſie drückte, und die Holzſcheibe dabei mit Schmirgel beſtreute. Als man nun den Stein ſchnell drehte und dieſelbe Feile daran hielt, merkte man zu Anfang kaum die Friction; die Talglage, an die das Inſtrument angedrückt wurde, ſchmolz ſehr bald, und nun ſchnitt der Stein ſehr ſchnell. Eine ganze Zeit lang wurde die Feile kaum heiſs, und wenn ſie Wärme zeigte, lieſs ihre Temperatur ſich ſchnell erniedrigen, indem man ſie an eine andere Zone andrückte. Gerade ſo war auch der Erfolg bei der hölzernen Schleifſcheibe.

Dieſes läſst ſich aus der Lehre von der Wärme leicht erklären. Wird die hölzerne Scheibe mit Oehl und Schmirgel bekleidet, ſo erhöht die durch die Friction entwickelte Hitze die Temperatur des Inſtruments und des flüſſigen Oehls. Nimmt man aber ſtatt des Oehls Talg, ſo wird der gröſste

Theil der Hitze verwandt, um diesen festen Körper zergehen, und durch die erhöhte Capacität des flüssigen Talgs gebunden und unmerklich zu machen. Erhitzt sich beim fortgesetzten Prozesse der geschmolzene Talg nebst dem Instrumente, so ist die vorige Temperatur leicht wieder herzustellen, wenn man die Hitze nach einer Gegend richtet, wo der Talg noch consistent ist. Ich bediente mich dieser beiden Cylinder bei vielen Arbeiten mit sehr gutem Erfolge.

Bei dieser Lage des Versuchs schloss ich, dass Scheiben aus Töpferzeug, deren man sich vorgeblich in Deutschland bedient, vor dem gemeinen Schleifsteine entweder keinen Vorzug haben, oder dass mein Bericht in diesem Punkte mangelhaft sey. Doch es traf sich, dass der kleine hier erwähnte Schleifstein drei Jahre lang auf die Seite gelegt, und darauf wieder in Gebrauch gesetzt wurde. Der Talg hatte durch Einwirkung des Steins oder der äussern Luft eine Veränderung erlitten, wodurch er nun den Schnitt des Steins weit mehr als zuvor hinderte. Er schien weniger flüssig zu seyn. Ich glaube nicht, dass dies bei einer Scheibe aus Töpferzeug der Fall würde gewesen seyn; wenigstens hätte man sie leichter reinigen, und die Oberfläche in ihren alten Stand wieder setzen können.

VII.

AUSZÜGE

aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Herrn Dr. Benzenberg.

Schöller bei Elberfeld, den 30sten März 1804.

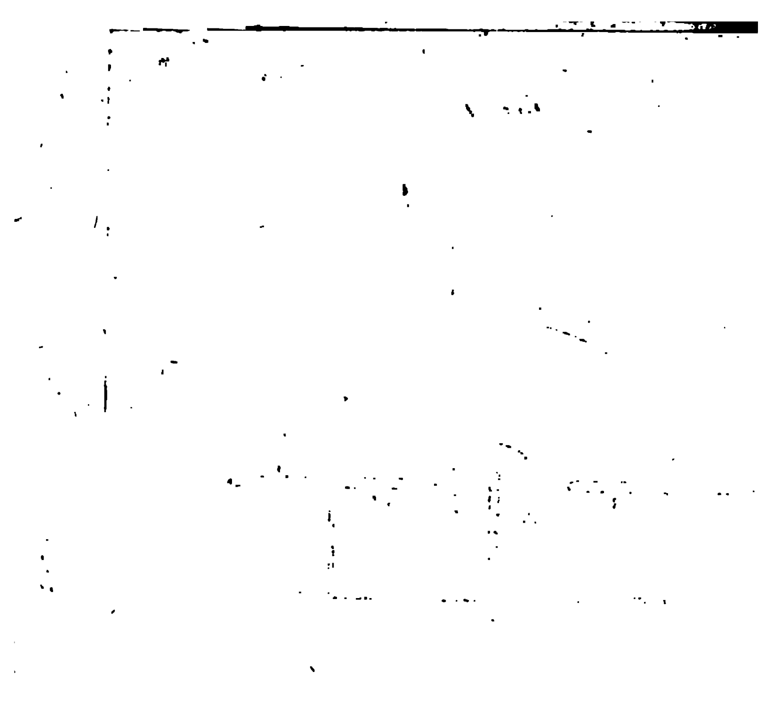
Ich wiederhohle jetzt die Versuche, welche ich zu Hamburg im St. Michaelisthurme angestellt habe, in einem Schachte eines Kohlenbergwerks in der Grafschaft Mark. Es ist dieses die alte Rofskunst auf der *Schlebuscher* Gewerkschaft im Bergrevier *Wetter*. Die Fallhöhe beträgt 260 par. Fuss; die dasige Polhöhe ist 51° 25'; folglich die Länge des Secundenpendels im Leeren 440,75 pariser Linien, und der Fallraum in der 1sten Secunde 15,105 pariser Fuss. Folglich beträgt die Fallzeit im Leeren durch einen Raum von 260 par. Fuss 4'' 8''',93, und die Fallzeit in der [illegible], nach den Versuchen in St. Michael zu urtheilen, 4'' 14''',39. Hieraus finde ich, nach Dr. Olbers Formel, die Abweichung der Kugeln nach Osten 4,6 Linien.

Die Versuche können sehr genau werden, weil die Umstände vorzüglich günstig sind, unter denen sie angestellt werden. Die Luft ist im Schachte völlig ruhig, so bald ich ihn oben dicht zulege und unten die Strecken mit Stroh abschlage. Dann ist das Erdreich ohne alle Dröhnung, da es keine Wasserkünste auf dem ganzen Reviere giebt; alle Wasser werden mit dem Stollen gelöst. Ferner findet

keine Störung durch die Bergknappen Statt, denn es wird jetzt in diesem Schachte nicht gefördert; das Kohlenflötz, *die Trappe*, auf welches man diesen Schacht abgeteuft hat, ist hier abgebauet, doch wird er noch immer fahrbar erhalten, weil, wenn der tiefe Stollen durchschlächtig wird, den jetzt die Schlebuscher Gewerkschaft von der Ruhr herauf treibt, man das Flötz bis nahe in die Mulde von den Wassern zu lösen, und dann auf diesem Schachte wieder Kohlen zu fördern hofft.

Ich habe mir eine neue Maschine zum Loslassen der Kugeln machen lassen, wo die Kugel in einem verschlossenen Raume an einem geplätteten Pferdehaare hängt, und wo unten eine Oeffnung ist, durch die sie beim Loslassen fällt. Zugleich sind zwei Kreuzmikroskope angebracht, in deren gemeinschaftlichem Brennpunkte das Pferdehaar spielt. Auf diese Weise ist man sicher, dass die Kugel beim Loslassen keine mikroskopischen Schwingungen mehr macht. Es dauert jedes Mahl über eine Stunde, ehe eine Kugel zum völligen Stillstande kömmt, obgleich mit dem blossen Auge schon nach 18 oder 20 Minuten keine Schwingungen mehr zu sehen sind. Hängt die Kugel völlig still, so öffnet ein leiser Druck die fein polirten Schneiden der Zange, und die Kugel fällt.

Weil die Haare hohle Röhren sind, so kneift die Zange jedes Mahl da, wo sie das Haar fasst, die Wände zusammen. Um dieses zu vermeiden, habe



Messina

Fig. 2.

Fig. 3.



tiefen Schacht haben wir hier in dem Kohlenberg-werke zu Efchweiler; diefer hat 70 Lachter. Aber da aus ihm die Waffer mit einer Dampfmafchine gehoben werden, fo ift, wenn das Pumpen-geftänge in die Tiefe geht, eine Dröhnung in der Erde, wobei man nie eine Kugel zum Stillhängen bringen würde.

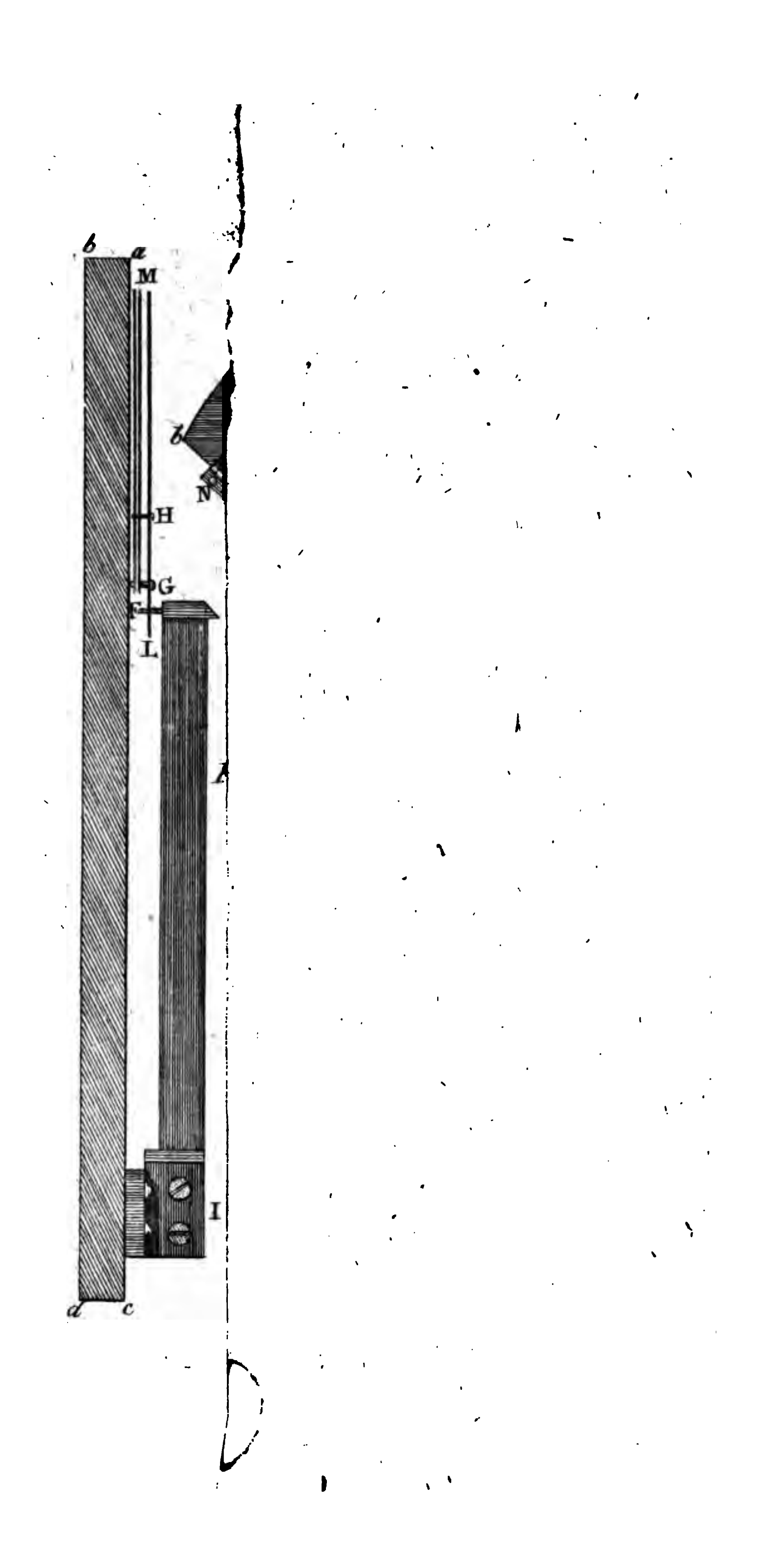
Paris den 10ten Jul. 1804.

Im Mai waren die Tagewaffer auf dem Kohlenbergwerke zu Schlebufch noch fo ftark, dafs ich die Verfuche nicht anftellen konnte. Ich werde fie jetzt am Ende des Sommers machen, wo die Gruben fehr trocken find. Dies ift der Grund, warum mein Werk erft in der Herbftmeffe erfcheinen wird, obgleich es fchon im Catalog der Oftermeffe angezeigt ift.

Sie wiffen, dafs La Place die hiefige Sternwarte zu ähnlichen Verfuchen vorgefchlagen hat. *) Es ift nämlich in allen Gewölben der Sternwarte ein rundes Loch, welches fich fenkrecht über der leeren Spindel der Wendeltreppe befindet, die in die unterirdifchen Steingruben führt, welche fich unter Paris und unter der Sternwarte hinziehn. Die Kugeln haben vom Dache der Sternwarte bis auf den Boden der Steingruben einen freien Fallraum von 168 par. Fufs, und es ift diefes diefelbe Stelle, wo Mariotte und La Hire vor hundert Jahren ihre Verfuche über den Widerftand der Luft anftellten. Allein wegen des beftändigen ftar-

*) Im angef. Auff. des *Bull. des Sciences.* *d. H.*





b
a
M
H
G
F
L
b
N
I
d
c

ausgemacht an, dafs die Vertheilung der Electricität, welche die Divergenz verurfacht, vom Erdboden herrührt. In einem Briefe vom 30ften Januar fchreibt mir Herr von Gersdorf: „Eben „habe ich das Stück von Gilbert's Anna„len erhalten, worin der Anfang der fchönen „Erman'fchen Verfuche fteht, welche mir doch „wirklich zum Theil aus eigner Erfahrung nicht „ganz unbekannt waren, und mich zu eignen Un„terfuchungen und Erfahrungen hierüber noch „mehr aufgemuntert haben. Nur Schade, dafs „meine Gefchäfte, vorzüglich feit einiger Zeit, fo „überhäuft find, dafs ich meiftens nur fehr wenige „freie Stunden zur Betreibung meiner Lieblingsbe„fchäftigungen verwenden kann, u. f. w." — Ich bin fehr neugierig, was die Verfuche mit dem grofsen Apparate diefes verdienftvollen Gelehrten zur Beobachtung der Wolkenelectricität, verglichen mit der neuen von Erman angegebenen Methode zur Unterfuchung der electrifchen Atmofphäre des Bodens, Herrn von Gersdorf für Refultate geben werden. Nicht weniger neugierig bin ich, zu fehen, wie Volta diefe für ihn neuen Erfcheinungen verfolgen wird.

Im Märzmonat bin ich in Ungarn gewefen. An Prof. Winterl in Pefth fand ich einen fehr gutmüthigen Mann, der mir über fein neues chemifches Syftem mit der völligften eignen Ueberzeugung zu fprechen fchien. Eine deutfche Ueberfetzung und ausführlichere Bearbeitung feiner Prolufiones unter dem Titel: *Darftellung der vier Beftandtheile der anorg(an)ifchen Natur*, ift vermuthlich fchon in dem Mefskatalog angekündigt und erfcheint in diefem Sommer in Jena bei Frommann. Mit der wenigen Aufmerkfamkeit, welche die gröfsten Chemiker in Deutfchland feinen Arbeiten bisher fchenkten, kann er nicht zufrieden feyn. — In Ofen ift,

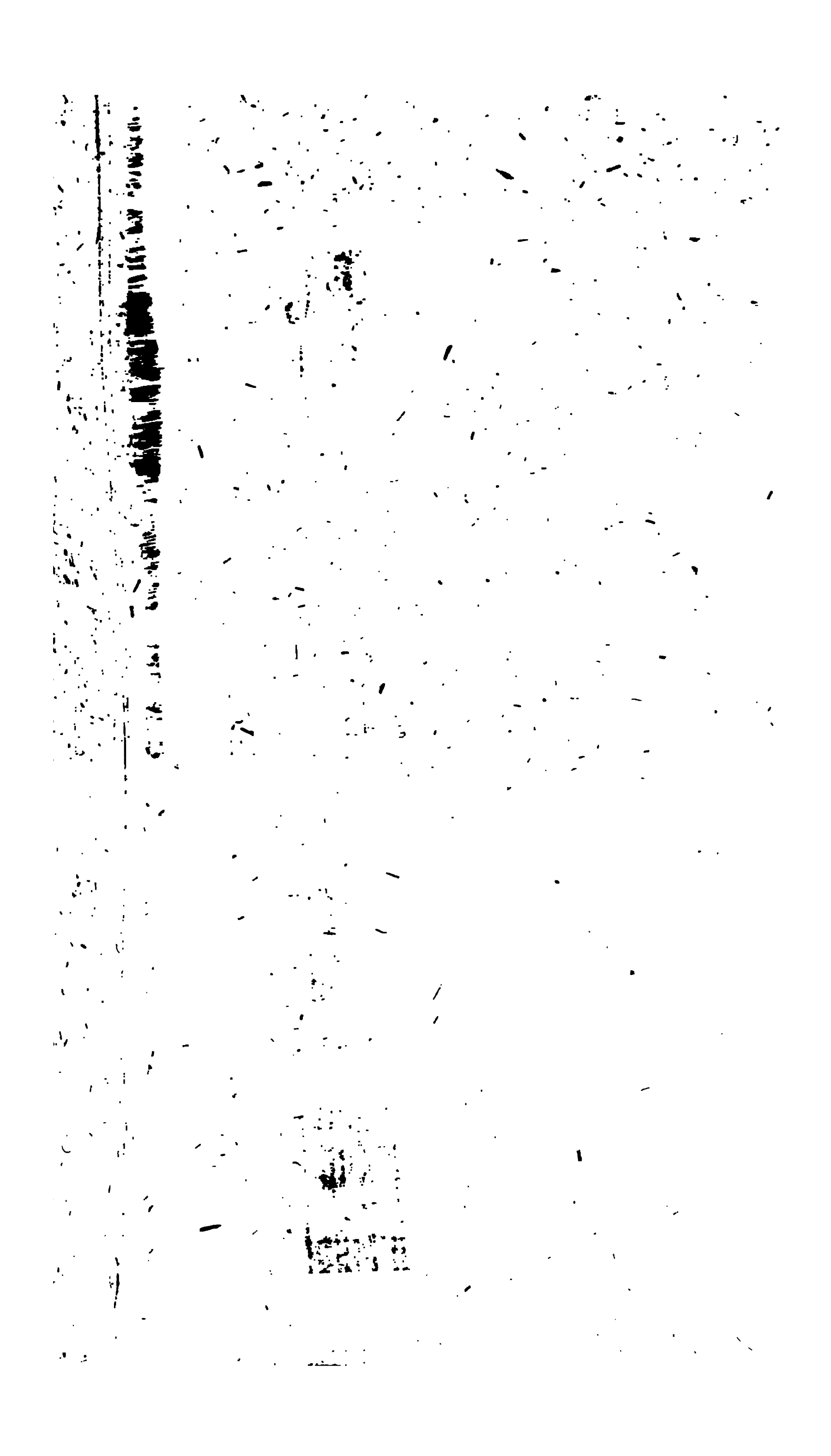
ganz nahe bei der alten mineralifchen Quelle, eine neue entdeckt worden, die, wie alle neue Mineralquellen, alle Krankheiten heilen foll. Winterl war eben mit der chemifchen Zerlegung diefes Wunderwaffers befchäftigt. — Im Teiche oder Behälter des warmen Waffers, woraus das alte Bad, das Kaiferbad, u. f. w., ihr Waffer erhalten, leben in einer Temperatur von 56 bis 58° R. Fifche in Menge. Dafs alle diefe warmen Bäder den Römern unbekannt gewefen find und dagegen in den nördlich von Ofen liegenden Gebirgen warme Quellen waren, wo das alte Siccambria, (jetzt Alt-Ofen,) ftand, follte man beinahe glauben, wenn man die Rudera eines Aquaeductus fieht, welcher über die Felder in gerader Linie auf ein Badehaus (*fudarium*) zugeht, deffen unterfte Etage noch zum Theil ausgegraben ift, und das fchönfte Denkmahl des Alterthums in Alt-Ofen abgiebt.

---

3. *Von Herrn Bergaffeffor Dr. Richter.*

Berlin den 23ften Jul. 1804.

Das *Aräometer* und das *Alkoholometer*, welches Sie bei mir beftellt haben, erfolgen hierbei. Da beide Inventarienftücke des Univerfitätsapparats feyn follen, fo habe ich beftmöglichft für die höchfte Vollkommenheit geforgt, und zu dem Ende das Aräometer in einen einzigen Cylinder geftellt, der von 0,68 bis 3,00 geht, alfo weit über die beiden Punkte des bis jetzt uns bekannten leichteften und fchwerften Flüffigen, es verfteht fich mit Ausnahme des Queckfilbers. Das Aräometer koftet wegen mehrerer Aufopferung von Röhren ftatt fonftiger 10 Rthlr., etwas mehr, nämlich 11 Rthlr. 12 Gr.; das Alkoholometer wie bekannt 4 Rthlr. Mit hölzerner Büchfe ift der Preis jedes noch um $1\frac{1}{2}$



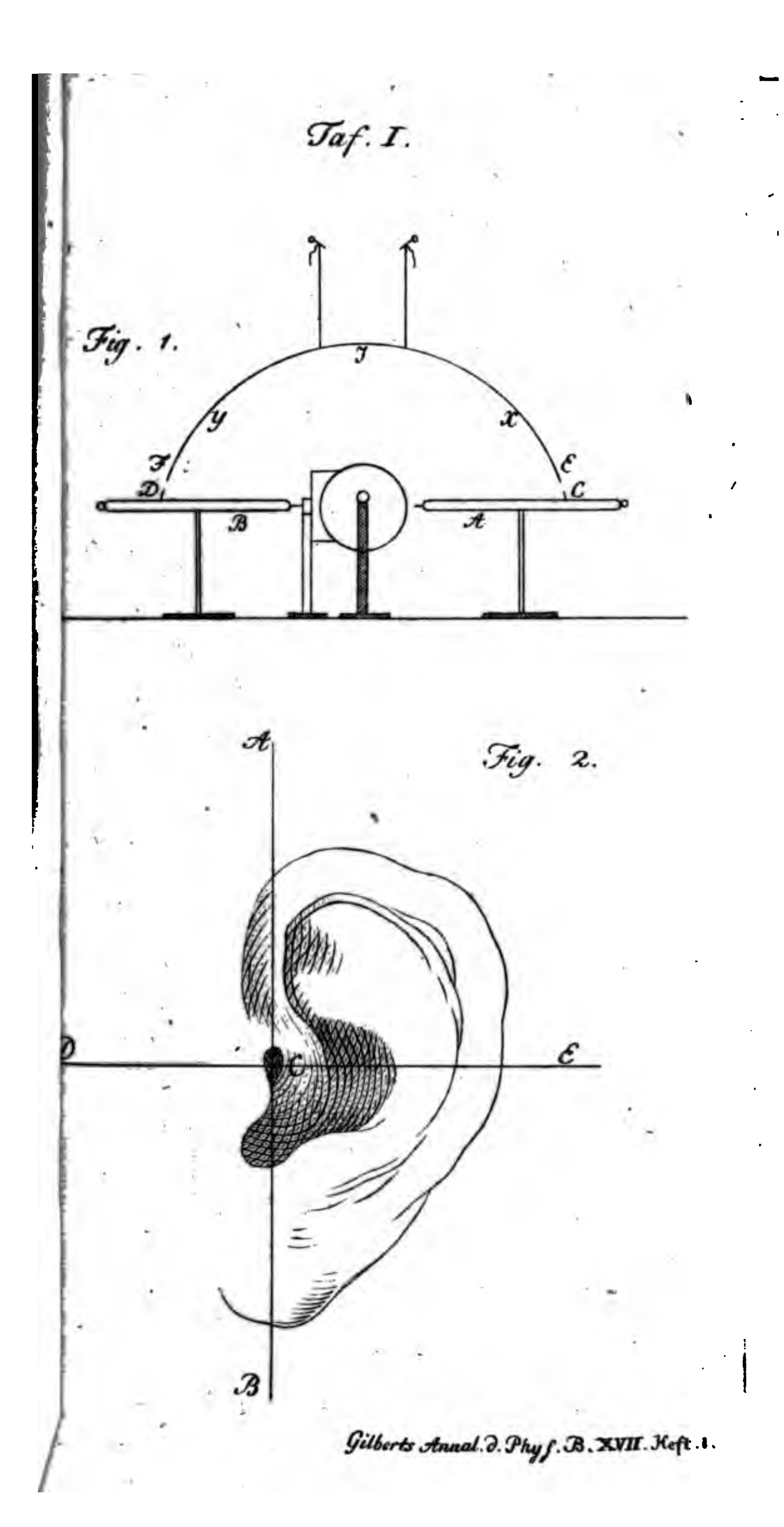
the jetzt erhaltener Röhren dieſes Inventarienſtück für mich wieder zu erſetzen.

Sie erhalten hierbei ferner einen ſehr gut gerathenen 2 Quentchen ſchweren parallelepipedariſchen Stab und mehrere Bleche aus *abſolut-reinem Nickel*. Der reine Nickel gehört, wie Sie hieraus ſehen mögen, unter die dehnbaren oder ſo genannten ganzen Metalle; nicht nur heiſs, ſondern auch kalt läſst er ſich zu ſehr dünnen Platten ſchlagen. Er iſt nicht nur ſehr magnetſtrebend, ſondern auch polaritätsfähig. Ihr Stäbchen hat durch das bloſse Schmieden bereits Pole erhalten, denn es zieht die kleinen Nickelplatten an, und Sie werden daher erſt die Pole deſſelben beſtimmen müſſen, ehe ſie es an einen Magnet hängen, um ſeine Polarität nicht zu ſtören. In dem nächſten Stücke des *allgemeinen Journals der Chemie* werde ich mehr von ſeinen Eigenſchaften und die Darſtellungsmethode zeigen. Letztere iſt aus Mangel an Gelegenheit nicht für jeden Chemiker ausführbar. Schade, daſs ſie ſo koſtbar iſt. Ich möchte ſie in groſsen Quantitäten zu unternehmen mich nicht anheiſchig machen, wenn man mir auch eben ſo viel Gold, als der dargeſtellte abſolut-reine Nickel wiegt, dafür verſprechen wollte. Inzwiſchen habe ich doch aus wiſſenſchaftlichem Eifer einige Unzen dieſes abſolut-reinen Metalles dargeſtellt und in kleine Stäbe, ſo wie auch zu Platten geſchmiedet. Als Rarität in Sammlungen etwas abzulaſſen, bin ich erbötig, gegen Bonification à 3 Rthlr. für das Quentchen, jedoch kann ich nicht mehr als höchſtens 1½ bis 2 Quentchen perſonatim ablaſſen, weil ſonſt mein Vorrath, der mir theuer und werth iſt, weil er nicht nur viel Geld, ſondern auch ungeheuer langweilige Arbeit gekoſtet hat, bald zu Ende gehen würde, und ich nicht Luſt habe, dergleichen langweilige Arbeiten aufs neue zu machen. Die ge-

hämmerten Stäbe sind ungefähr 2 Zoll lang, damit sie an beide Pole eines Magnets reichen können. Auch kann ich etwas kohlensauren und entkohlensäuerten reinen Nickelkalk, die aus dem absolutreinen Nickel durch Auflösung und Niederschlagung bereitet sind, doch nicht mehr als für 1 Rthlr. von jedem ablassen. Auch Herr Scherer hat etwa 1½ Quentchen Nickel von mir erhalten. Ich schreibe Ihnen dieses nicht darum, um einen Handel zu machen, sondern der wissenschaftlichen Mittheilung wegen; denn hier ist es nicht die Sache, durch Handel sich bereichern zu wollen.

Da wir einmahl von reinen Sachen reden, so füge ich noch hinzu, dass ich auch ungefähr 2 Pf. gemeine Bernsteinsäure gekauft und durch absolute Reinigung etwas über 1¼ Pf. erhalten habe. Sie ist in ungefärbten Krystallen und hat nicht den mindesten Geruch. Ich habe bereits an einige Freunde, z. B. Scherer in Dorpat, einzelne Unzen, die Unze zu 3 Rthlr. 12 Gr., davon überlassen, weil ich keine so grosse Menge dieser Säure bedarf, und das darin steckende Geld, welches bei dem gar hohen Preise der Bernsteinsäure ein kleines Kapital ausmacht, wieder zu andern Versuchen benutzen will. Noch kann ich Chemikern mit einigen Unzen davon dienen, die Unze zu 5½ Rthlr.

Jetzt bin ich mit absoluter Reinigung des Kobaltkönigs und Braunsteinkönigs beschäftigt. Sein frisch kohlensauer gefällter Kalk gewährt einen prachtvollen Anblick. Ich hoffe einige Unzen dieser Metalle zu gewinnen, um ihre Eigenschaften näher auszuspüren.


Taf. I.
Fig. 1.
I
y
x
F
E
D
C
B
A
Fig. 2.
A
D
C
E
B

